

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-516829

(P2000-516829A)

(43) 公表日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

A 6 3 B 22/02

22/06

識別記号

F I

A 6 3 B 22/02

22/06

テーマコード (参考)

L

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 57 頁)

(21) 出願番号 特願平10-511591  
(86) (22) 出願日 平成8年8月27日 (1996. 8. 27)  
(85) 翻訳文提出日 平成11年3月1日 (1999. 3. 1)  
(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 6 / 1 4 0 1 6  
(87) 国際公開番号 W O 9 8 / 0 8 5 7 2  
(87) 国際公開日 平成10年3月5日 (1998. 3. 5)

(71) 出願人 カーメイン, デイヴィッド イー イー  
アメリカ合衆国 55431 ミネソタ州 ブ  
ルーミントン ラッセル アヴェニュー  
サウス 9200  
(72) 発明者 カーメイン, デイヴィッド イー イー  
アメリカ合衆国 55431 ミネソタ州 ブ  
ルーミントン ラッセル アヴェニュー  
サウス 9200  
(74) 代理人 弁理士 明石 昌毅

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 全方向性トレッドミル

(57) 【要約】

トレッドミル (1) は、使用者 (3) が任意の方向に歩行若しくは走行することができるトラック組立体を有する。可動の使用者支持部は、その使用者支持部 (2) の動きの方向に垂直な軸周りに回転する複数の回転可能な部材を有している。別々の動力駆動機構 (7、8) が同時に使用者支持部 (2) を動かし、部材を回転し、使用者の全方向性の動きを達成する。動力駆動機構 (7、8) のための制御装置 (4) は、使用者支持部 (2) 上の使用者の指向方向に作用し、使用者支持部 (2) が使用者 (3) の向いた方向に作動することとなる。

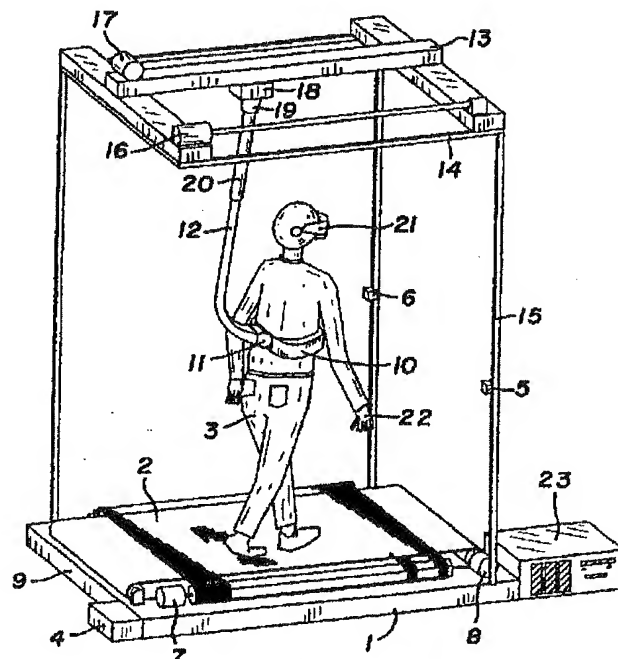


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

1. 使用者が任意の方向に歩行若しくは走行することができるようにするための装置であって、枠と、前記枠に装着されたトラック組立体であって上を歩行若しくは走行する前記使用者を支持するための使用者能動表面手段を含み、前記使用者能動表面が前記使用者を支持するための第一の方向に可動の第一の使用者支持手段と第二の方向に可動の第二の使用者支持手段を有し、前記第一の使用者支持手段が前記第一の方向に概ね平行な軸周りに回転可能な複数の使用者支持部材と前記使用者支持部材へ接続され前記第一の方向に前記使用者支持部材を動かす第一の駆動手段と前記第二の使用者支持手段と協働して前記第二の使用者支持手段を前記第二の方向に回転する第二の駆動手段とを有し、これにより、使用者支持部材と前記第二の使用者支持手段の回転との組合された動きによって全方向性の使用者の動きが生ずるようになっているトラック組立体と、前記使用者能動表面手段の前記使用者の指向方向に応答する制御手段であって前記第一及び第二の駆動手段の作動を選択的に制御し、これにより、方向性のある使用者の動きを前記使用者能動表面手段上の前記使用者の前記指向方向に一致するよう制御する制御手段とを含む装置。

2. 請求の範囲第 1 項による装置であって、前記使用者支持部材が円筒状部材であり、少なくとも一つの円筒状部材が前記第一の駆動手段へ接続されて当該円筒状部材を回転

するようになり、前記第一の使用者支持手段が更に前記円筒状部材の周りに張られ前記第一の方向に前記一つの円筒状部材によって可動となっている無限手段を含み、前記無限手段が前記第一の使用者支持手段の動きの第一の方向に概ね平行な軸周りの回転のための前記使用者支持手段を回転可能に支持するための棒手段を有している装置。

3. 請求の範囲第 2 項による装置であって、前記第二の使用者支持手段が一对のローラーと前記ローラーの周りに張られた無限ベルトを含み、前記第二の駆動手段は前記ローラーのうちの一つに接続され前記無限ベルトを動かし、前記無限ベルトは前記使用者支持部材に作動的に係合可能で前記使用者支持部材を回転する

上面を有している装置。

4. 請求の範囲第3項による装置であって、前記第二の使用者支持手段は、更に、支持表面を含み、前記無限ベルトは前記上面を有する上側走行部分を有し、前記支持表面が前記上側走行部分を前記使用者支持部材に対して隣接した関係に保つように前記上側走行部分の下に置かれている装置。

5. 請求の範囲第1項による装置であって、前記第一の使用者支持手段は更に棒を含み、前記使用者支持部材が前記棒に回転可能に装着された円筒状スリーブである装置。

6. 請求の範囲第1項による装置であって、前記第一の使用者支持手段が更に複数の長手方向棒を含み、前記使用者支持部材が前記棒の長手方向軸周りの回転のための前記棒

に回転可能に装着された球状部材である装置。

7. 請求の範囲第1項による装置であって、前記制御手段が前記使用者能動表面手段の使用者の横断に応答して前記使用者能動表面手段の中心へ向かって使用者の位置を維持する閉ループ位置制御を含んでいる装置。

8. 請求の範囲第1項による装置であって、前記制御手段が前記使用者とつながられ前記使用者の動きを能動的に追跡すると共に使用者がバランスを維持することを補助するよう適合された適合手段を含んでいる装置。

9. 請求の範囲第8項による装置であって、前記使用者とつながられるよう適合された適合手段が前記使用者と接続可能なカフを含んでいる装置。

10. 請求の範囲第8項による装置であって、前記使用者とつながられるよう適合された適合手段が前記使用者によって把持されるよう適合され使用者がバランスを維持することを補助するハンドル手段を含んでいる装置。

11. 使用者が任意の方向に歩行若しくは走行することができるようにするための全方向性トレッドミルであって、枠と、前記枠に装着されたトラック組立体であって上を歩行若しくは走行する前記使用者を支持するための使用者能動表面手段を含み、前記使用者能動表面が前記使用者を支持するための第一の方向に可動の第一の使用者支持手段と第二の方向に可動の第二の使用者支持手段を有し、前

記第一の使用者支持手段が前記第一の方向に概ね平行な軸周り

に回転可能な複数の使用者支持部材と前記使用者支持部材へ接続され前記第一の方向に前記使用者支持部材を動かす第一の駆動手段と前記第二の使用者支持手段と協働して前記第二の使用者支持手段を前記第二の方向に回転する第二の駆動手段とを含み、これにより、使用者支持部材と前記第二の使用者支持手段の回転との組合された動きによって第二の方向についての前記使用者能動表面手段上の使用者の全方向性の動きが生ずるようになっているトラック組立体と、前記使用者能動表面手段の前記使用者の指向方向に応答する仮想現実手段であって前記第一及び第二の駆動手段の作動を選択的に制御すると共に、前記使用者能動表面手段上の前記使用者の動きの方向に対応する仮想現実応答を提供し、これにより、方向性のある使用者の動きを前記使用者能動表面手段上の前記使用者の前記指向方向に一致するよう制御する仮想現実手段を含む制御手段とを含むトレッドミル。

12. 請求の範囲第12項によるトレッドミルであって、前記使用者支持部材が一对の円筒状部材であり、少なくとも一つの円筒状部材が前記第一の駆動手段へ接続されて当該円筒状部材を回転するようになっており、前記第一の使用者支持手段が更に前記円筒状部材の周りに張られ前記第一の方向に前記一つの円筒状部材によって可動となっている無限手段を含み、前記無限手段が前記第一の使用者支持手段の動きの第一の方向に概ね平行な軸周りの回転のため

の前記使用者支持手段を回転可能に支持するための棒手段を有しているトレッドミル。

13. 請求の範囲第12項によるトレッドミルであって、前記第二の使用者支持手段が一对のローラーと前記ローラーの周りに張られた無限ベルトを含み、前記第二の駆動手段は前記ローラーのうちの少なくとも一つに接続され前記無限ベルトを動かし、前記無限ベルトは前記使用者支持部材に作動的に係合可能で前記使用者支持部材を回転する上面を有しているトレッドミル。

14. 請求の範囲第13項によるトレッドミルであって、前記第二の使用者支持手段は、更に、支持表面を含み、前記無限ベルトは前記上面を有する上側走行部

分を有し、前記支持表面が前記上側走行部分を前記使用者支持部材に対して隣接した関係に保つように前記上側走行部分の下に置かれているトレッドミル。

15. 請求の範囲第11項によるトレッドミルであって、前記第一の使用者支持手段は更に棒を含み、前記使用者支持部材が前記棒に回転可能に装着された円筒状スリーブであるトレッドミル。

16. 請求の範囲第11項によるトレッドミルであって、前記第一の使用者支持手段が更に複数の長手方向棒を含み、前記使用者支持部材が前記棒の長手方向軸周りの回転のための前記棒に回転可能に装着された球状部材であるトレッドミル。

17. 請求の範囲第11項によるトレッドミルであって、前記仮想現実手段が視覚的像を表示するための頭部装着型視覚的ディスプレイと、前記視覚的像の投影をするためのディスプレイ制御手段と、音を生成するためのスピーカ手段と、使用者用マイクロフォンと、前記使用者能動表面手段上の使用者の位置を感知するための手段と、前記頭部装着型視覚的ディスプレイと像及び音を生成するためのディスプレイ制御手段及びスピーカ手段を接続するための手段とを含んでいるトレッドミル。

18. 請求の範囲第17項によるトレッドミルであって、前記仮想現実手段が更に使用者に触感的フィードバックを提供するための相互作用立体を含んでいるトレッドミル。

19. 請求の範囲第1項による装置であって、前記制御手段が前記使用者能動表面手段の前記使用者の指向方向に応答する仮想現実手段を含み、前記仮想現実手段が視覚的像を表示するための視覚的ディスプレイと、前記視覚的像の投影をするためのディスプレイ制御手段と、音を生成するためのスピーカ手段と、使用者用マイクロフォンと、前記使用者能動表面手段上の使用者の位置を感知するための手段と、前記視覚的ディスプレイ、像及び音を各々生成するためのディスプレイ制御手段及びスピーカ手段を接続するための手段とを含んでいる装置。

20. 請求の範囲第19項による装置であって、前記仮想現実手段が更に使用者に触感的フィードバックを提供する

ための相互作用立体を含んでいる装置。

21. 使用者が任意の方向に歩行若しくは走行することができるようにするための装置であって、枠と、前記枠に装着されたトラック組立体であって上を歩行若しくは走行する前記使用者を支持するための使用者能動表面手段を有し、前記使用者能動表面が複数の並べられた第一の無限ベルトと、前記第一の無限ベルトの両端に適応するためのスリーブ手段であってこれにより前記第一の無限ベルトが当該スリーブ手段の周りで動かされるようになっているスリーブ手段と、前記スリーブ手段の間に置かれた各々の第一の無限ベルトのための支持手段と、隣接する支持手段を枢着式に接続し第二の無限ベルトを提供するための手段と、前記枠に装着され前記第二の無限ベルトの両端を支持するローラー手段と、前記ローラー手段のうちの少なくとも一つを回転して第一の方向に前記第二の無限ベルトを動かすための第一の駆動手段と、前記第二の無限ベルトを第2の方向に動かすための第二の駆動手段とを有し、これにより、前記第一及び第二の無限ベルトの組合された動きによって前記能動表面手段の全方向性の使用者の動きが生ずるようになっているトラック組立体と、前記使用者能動表面手段の前記使用者の指向方向に応答する制御手段であって前記第一及び第二の駆動手段の作動を選択的に制御し、これにより、方向性のある使用者の動きを前記使用者能動表面手段上の前記使用者の前記指向方向に一致するよう制御する制

御手段とを含む装置。

22. 請求の範囲第21項による装置であって、第一の無限ベルトの各々についての前記支持手段が逆U字形状の部材であって前記第一の無限ベルトの上側走行部分を支持するための概ね平坦な上表面と、当該逆U字形状部材の隣接する部分を確実に連結するヒンジ手段を含む側方手段とを有する逆U字形状部材を含んでいる装置。

23. 請求の範囲第21項による装置であって、前記第一の無限ベルトについての底側走行部分に係合可能な支持手段に装着された遊びローラーを含み、前記第二の駆動手段が前記第二の無限ベルトに係合可能であり前記遊びローラーに係合した状態にある前記第一の無限ベルトの底側走行部分を保持している装置。

24. 請求の範囲第21項若しくは第23項による装置であって、前記第二の駆動手段が前記第二の無限ベルトと係合可能なベクトルスラスト輪と、前記輪を回転しこれにより前記第二の方向に前記第二の無限ベルトを動かす手段とを含んでいる装置。

25. 請求の範囲第21項による装置であって、前記制御手段が前記使用者能動表面手段の使用者の横断に応答して前記使用者能動表面手段の中心へ向かって使用者の位置を維持する閉ループ位置制御を含んでいる装置。

26. 請求の範囲第21項による装置であって、前記制御手段が前記使用者とつながられ前記使用者の動きを能動的

に追跡すると共に使用者がバランスを維持することを補助するよう適合された適合手段を含んでいる装置。

27. 請求の範囲第26項による装置であって、前記使用者とつながられるよう適合された適合手段が前記使用者と接続可能なカフを含んでいる装置。

28. 請求の範囲第26項による装置であって、前記使用者とつながられるよう適合された適合手段が前記使用者によって把持されるよう適合され使用者がバランスを維持することを補助するハンドル手段を含んでいる装置。

29. 請求の範囲第21項、第25項、第26項若しくは第18項による装置であって、前記制御手段が前記使用者能動表面手段の前記使用者の指向方向に応答する仮想現実手段を含み、前記仮想現実手段が視覚的像を表示するための視覚的ディスプレイと、前記視覚的像の投影をするためのディスプレイ制御手段と、聞き取れる音を生成するためのスピーカ手段と、使用者用マイクロフォンと、前記使用者能動表面手段上の使用者の位置を感知するための手段と、前記視覚的ディスプレイ、像及び音を各々生成するためのディスプレイ制御手段及びスピーカ手段を接続するための手段とを有している装置。

30. 請求の範囲第29項による装置であって、前記仮想現実手段が更に使用者に触感的フィードバックを提供するための相互作用立体を含んでいる装置。

31. 先行する請求の範囲全項による装置であって、前記

制御手段が前記使用者へ外力を与えるよう作動可能な力学的フィードバック手段を含んでいる装置。

32. 使用者が任意の方向に歩行若しくは走行することができるようにするための全方向性トレッドミルのためのトラック組立体であって、上を歩行若しくは走行する前記使用者を支持するための使用者能動表面手段であって、複数の並べられた第一の無限ベルトと、前記第一の無限ベルトの両端に適応するためのスリーブ手段であってこれにより前記第一の無限ベルトが当該スリーブ手段の周りで横方向に動かされるようになっているスリーブ手段と、前記スリーブ手段の間に置かれた各々の第一の無限ベルトのための支持手段と、隣接する支持手段を枢着式に接続し第二の無限ベルト組立体を提供するための手段と、長手方向の動きのために前記第二の無限ベルト組立体の両端を支持するローラー手段と、前記長手方向に前記第二の無限ベルト組立体を動かすための第一の駆動手段と、前記第二の無限ベルトを前記横方向に動かすための第二の駆動手段とを有し、これにより、前記第一及び第二の無限ベルト組立体の組合された動きによって前記能動表面手段の全方向性の使用者の動きが生ずるようになっている使用者能動表面手段と、前記使用者能動表面手段の前記使用者の指向方向に応答する制御手段であって前記第一及び第二の駆動手段の作動を選択的に制御し、これにより、方向性のある使用者の動きを前記使用者能動表面手段上の前記使用者の前記指向方向

に一致するよう制御する制御手段とを含むトラック組立体。

33. 請求の範囲第32項によるトラック組立体であって、第一の無限ベルトの各々についての前記支持手段が逆U字形状の部材であって前記第一の無限ベルトの上側走行部分を支持するための概ね平坦な上表面と、当該逆U字形状部材の隣接する部分を確実に連結するヒンジ手段を含む側方手段とを有する逆U字形状部材を含んでいるトラック組立体。

34. 請求の範囲第32項によるトラック組立体であって、前記第一の無限ベルトについての底側走行部分に係合可能な支持手段に装着された遊びローラーを含み、前記第二の駆動手段が前記第二の無限ベルトに係合可能であり前記遊びローラーに係合した状態にある前記第一の無限ベルトの底側走行部分を保持している



トラック組立体。

35. 請求の範囲第32項若しくは第34項によるトラック組立体であって、前記第二の駆動手段が前記第二の無限ベルトと係合可能なベクトルスラスト輪と、前記輪を回転しこれにより前記第二の方向に前記第二の無限ベルトを動かす手段とを含んでいるトラック組立体。

36. 請求の範囲第32項によるトラック組立体であって、前記制御手段が前記使用者能動表面手段の使用者の横断に応答して前記使用者能動表面手段の中心へ向かって使用者の位置を維持する閉ループ位置制御を含んでいるトラック組立体。

37. 請求の範囲第32項によるトラック組立体であって、前記制御手段が前記使用者とつなげられ前記使用者の動きを能動的に追跡すると共に使用者がバランスを維持することを補助するよう適合された適合手段を含んでいるトラック組立体。

38. 請求の範囲第37項によるトラック組立体であって、前記使用者とつなげられるよう適合された適合手段が前記使用者と接続可能なカフを含んでいるトラック組立体。

39. 請求の範囲第37項によるトラック組立体であって、前記使用者とつなげられるよう適合された適合手段が前記使用者によって把持されるよう適合され使用者がバランスを維持することを補助するハンドル手段を含んでいるトラック組立体。

40. 請求の範囲第32項、第36項、第37項、第38項若しくは第39項によるトラック組立体であって、前記制御手段が前記使用者能動表面手段の前記使用者の指向方向に応答する仮想現実手段を含み、前記仮想現実手段が視覚的像を表示するための視覚的ディスプレイと、前記視覚的像の投影をするためのディスプレイ制御手段と、聞き取れる音を生成するためのスピーカ手段と、使用者用マイクロフォンと、前記使用者能動表面手段上の使用者の位置を感知するための手段と、前記視覚的ディスプレイ、像及び音を各々生成するためのディスプレイ制御手段及びスピーカ手段を接続するための手段とを有しているトラック組立

体。

41. 請求の範囲第40項によるトラック組立体であって、前記仮想現実手段が更に使用者に触感的フィードバックを提供するための相互作用立体を含んでいるトラック組立体。

42. 請求の範囲第32項によるトラック組立体であって、前記制御手段が前記使用者へ外力を与えるよう作動可能な力学的フィードバック手段を含んでいるトラック組立体。

## 【 発 明 の 詳 細 な 説 明 】

## 全方向性トレッドミル

発 明 の 分 野

本発明は、人のリハビリテーション、シミュレーション、トレーニング、訓練のための装置に係り、概ね、その装置の使用者が、任意の方向に歩く、走る若しくは這うことを可能にする方法であって、触感の感知を採用してシミュレートされた環境下における使用者の没入のレベルを向上する方法に係る。

発 明 の 背 景

バーチャル・リアリティ（仮想現実：VR）では、典型的には、像（目に見えるもの）や音などの自然に生ずる入力を模倣する（シミュレートする）ために、人間の感覚へコンピュータで生成された刺激を与えることが行われている。更に、刺激することのできる追加的な感覚としては、方向、バランス、触感、力学的な（触感）フィードバックが含まれる。VRにおいて、完全で且没入することのできるVRを体験する場合には、使用者は、像、音、接触及び動きにより同時に刺激されることとなる。

現在のVRの発達水準における主要な制限の一つは、単に歩くこと及び走るとを可能にすることができないということである。進行は、典型的には、指示若しくはその他の身ぶりによるか、或いは、ジョイスティック、トラックボール、マウス若しくは同様の装置によって方向づけられる（肉体的に）具体化されていない意識の中心において体

験されている。歩行の実際の肉体的な感覚は、以下の二つの形態のうちの一つに制限されている。a) 使用者は、ある限定された不動の表面であって追跡及び信号生成が良く制御された表面に制限されている。b) 使用者は、その使用者の動きを本物の空間から仮想の空間に変換する直線的なトレッドミル（踏み車）若しくは車椅子などの装置に限定される。慣用の直線的なトレッドミルは、任意に上方へ傾斜することのできる移動可能なトラック（歩行路）を有している。トラックは、一方向にのみ移動可能であり、使用者の運動をそのトラックの動く方向に制限することとなる。誘導用電氣的ディスプレイなどのトラックに関連づけられ

たモニターは、使用者による経過時間、使用者によって遂行されている速度、及び距離を記録する。

仮想環境において、一つの連続的に移動するトラックからなる直線的なトレッドミルを外部モニター若しくは頭部装着型ディスプレイと共に使用することにより、使用者は、直線方向に歩行することが可能になる。しかしながら、使用者は、現実の生活に可能なはずの任意の方向に歩くことはできない。この進行に関する制限によって、VRに没入させる性質が損なれ、自由に歩き進行する物体としてはでなく、乗物に乗った状態としての体験とせざるおえないこととなっている。

#### 発明の概要

ここに記載されている本発明は、使用者が立った状態で

歩く若しくは走ることができるという点で、直線的なトレッドミルに最も類似したものである。使用者は、固有受容感知を採用し、シミュレートされた環境に対して接触する感覚を満たすこともできる。別に態様として、使用者は、平坦で能動的な表面について任意の姿勢を仮定することができる。その他の姿勢には、ひざをついた状態、手及びひざで這う状態、腹ばいの状態、座った状態及びうつぶせの状態が含まれる。

本発明は、人などの使用者が任意の方向に動く、歩く、走る若しくは這うことができる全方向性トレッドミル装置である。本発明の装置は、固定された表面上に装置を支持するための枠を有している。枠上に装着されたトラック組立体は、そのトラック組立体上の使用者の指向方向によって決定された方向に動く使用者支持体を提供する。トラック組立体は、第一の駆動モーターにより第一の方向に可動な使用者支持体を有する。使用者支持体は、その支持体の移動方向に概ね垂直な軸周りに回転可能な使用者支持部材を含む。動力駆動無限ベルトなどの第二の駆動部は、使用者支持部材に係合し使用者支持部材を回転し、これにより、使用者支持部材と使用者支持体との組み合わせによって使用者が全方向に動くことができるようになる。使用者支持体上の使用者の指向方向に応答する制御装置は、使用者支持体上の使用者の指向方向に順応するよう使用者の方向性の

ある動きを制御するべく駆動する。

#### 図面の説明

図 1 は、本発明の全方向性トレッドミルの斜視図である。

図 2 は、トレッドミルのモーター制御のブロック図である。

図 3 は、本発明のトレッドミルの第一の改造の斜視図である。

図 3 a は、図 3 の線 3 a - 3 a に沿って見た拡大された断面図である。

図 4 は、本発明のトレッドミルの第二の改造の斜視図である。

図 5 a は、本発明のトレッドミルの第三の改造の斜視図である。

図 5 b は、図 1 から図 5 のトレッドミルに採用されているトラック組立体の部分の斜視図である。

図 6 は、図 1 から図 5 のトレッドミルに採用されているトラック組立体の部分の斜視図である。

図 7 は、図 1 から図 5 のトレッドミルに採用されているトラック組立体の斜視図である。

図 8 は、回転可能なスリーブとスリーブ駆動ベルトの動きを示す図 6 と類似の図式的な斜視図である。

図 9 は、図 1 から図 5 のトレッドミルに用いることのできるトラック組立体の第一の改造の斜視図である。

図 10 は、図 1 から図 5 のトレッドミルに用いることのできるトラック組立体の第二の改造の部分の分解斜視図である。

図 11 は、全方向性の輪状体及び遊びローラーの改造の斜視図である。

図 12 は、図 1 から図 5 のトレッドミルに用いることのできるトラック組立体の第三の改造の斜視図である。

図 13 は、回転楕円状トレッドミル部分の部分的に断面を示す斜視図である。

図 14 は、トラック組立体に組み込まれている図 13 の部分の断面図である。

図 15 は、トラック組立体の能動表面のもう一つの改造の斜視図である。

図 16 は、6 脚運動プラットホームに組合された図 4 の斜視図である。

図 1 7 は、能動表面触感ディスプレイの斜視図である。

図 1 8 a 及び 1 8 b は、一つの場所において使用者が遠隔の場所において遠隔物を制御することを示す模式図である。

図 1 9 は、図 1 から図 5 のトレッドミルに用いることのできるトラック組立体の更なる改造の斜視図である。

図 2 0 は、図 1 9 の線 2 0 - 2 0 における断面図である。

図 2 1 は、ベル組立体の一部の拡大断面図である。

図 2 2 は、本発明の全方向性トレッドミルのトラック組立体の更なるもう一つの改造の部分の斜視図である。

図 2 3 は、長手方向ローラーと横断方向ローラーの斜視図であり、ローラーの回転による X 及び Y ベクトルを示している。

図 2 4 は、横断方向ローラーに係合するよう配置された長手方向ローラーの横断方向の断面図である。

#### 詳細な説明

本発明は、使用者が任意の方向に歩くことができるようにすることによって、伝統的なトレッドミルの制限を回避するものである。図 1 は、能動表面 2 を有する全方向性トレッドミル ( O D T ) 1 を示している。能動表面 2 は、独特な機構、即ち、能動表面上の任意の位置に置かれた使用者 3 がその表面上において任意の別の位置に移動されるようにする機構を巧みに採用している。より典型的には、直線的なトレッドミルにおいて、使用者が前方へ走り出ようとする若しくは後方へ投げ出されることが回避されるのと類似の態様で、能動表面からはみ出される使用者は、能動表面の中心へ向かってもどされる。

O D T に必須なものは、閉ループモーター制御機構 4 と、トレッドミルの能動表面の固定された軸に対する使用者の位置を正確に示す使用者位置感知装置 5、6 である。これらの二つは、固定基盤 9 に対して或る選択された位置に固定的に取付けられた X 軸制御モーター 7 と Y 軸制御モーター 8 と協同して、能動表面上における使用者の的確な位置決めを確実するよう働く。図 1 の実施例において、位置センサは、超音波トランスデューサであり、超音波位置検出の分野の当業者

に良く知られた構成のものである。

バランス（平衡）の問題について取扱うべく、ODTは、

使用者を安定にするための手段を任意に含んでいる。環状の手すり程度の簡単な構造であっても十分であろう。透明性の観点から、更に好ましいのは、使用者の平衡中心の近くに付着するバランスカフ10を使用することである。使用者の後方の小さい部分にあるヒンジ11が、カフ10を支持柱12へ接続し、支持柱12は、使用者を支持枠14のX-Y追跡機構に関連づけるよう働く。通常の下では、支持柱12が能動的に鉛直方向位置を維持するので、カフ10は、使用者の能動的なX-Y追跡を可能にする。この態様において、使用者は、カフ10がそこにあることをほとんど知ることはない。しがしながら、使用者が不安定になると、カフ10は、バランスを取り戻すのを助けるよう働く。

カフ10及び支持柱12が能動的に任意の方向について使用者を追跡するようにするために、支持柱12は、好ましくは、使用者の頭部の真上において少なくとも三つの鉛直支持部材15によって支持された支持構造14へ接続される。二つのモーター16、17は、各々、支持柱12を使用者に対して鉛直の位置に維持するべくX-Y追跡手段を駆動する。モーターは、支持柱12の鉛直からの偏差を感知することによって制御される。一対のX及びYポテンシオメーターが、各々、XZ平面及びYZ平面における支持柱12の角度方向の誤差を感知する。例えば、XZの誤差は、Xモーター16が誤差をゼロに低減するような方向

に機構を駆動しなければならないことを示す。Yモーター17を制御するYZ平面の誤差も同様である。使用者の方向転換により生ずるZ軸周りの回転は、スリップリング組立体19を介して伝えられる。スリップリング組立体19は、支持柱12の湾曲若しくはねじれを回避すると共に、回転式電気接点を介した電力及び信号の通過を許し、使用者により装着されている装置との接続が維持されるようになる。スリップリング組立体は、回転式電気接点に精通した当業者において容易に知られるものである。同様の態様にて、使用者の鉛直方向の動きは、伸長機構20によって許される。伸長機構20は、線形の動きのみを可能にし、使用

者への及び使用者からの電氣的信号の通過を許す。

装置の好ましい実施例は、図1に明らかにされている如く、組合されたODT／VRシステムである。かかるシステムは、使用者の物理的な方向と速度と、使用者が進行している仮想的な世界におけるそれらとの緊密な結合を可能にする。典型的には、かかるシステムは、スピーカ及びマイクロフォン、データグローブ22、身体感知スーツ（図示せず）、外骨格間接角度センサ及び／又はその他の関連機器を有する頭部装着ディスプレイ（HMD）を含む。前記のVRシステムは、おそらくは、像生成、音生成、頭部及び手の位置などの関連データの処理をするためのコンピュータ23を含むこととなろう。明示的には示されていないが、使用者によって装着されている周辺機器は、支持柱1

2を上方に走るワイヤ、X-Y追跡支持部13を介し、支持棒鉛直部材15を降ってコンピュータシステムへ配線により接続されている。電磁波若しくは赤外線手段を用いれば、無線接続も可能である。

ODTは、速度信号及び方向信号を像生成コンピュータへ送ることによってVRシステムに同期して作用する。コンピュータは、かくして提供された速度ベクトルを用いて使用者へ見せる仮想像を更新し、使用者は、このベクトルを斜酌した仮想像を見ることとなる。例えば、もし使用者の速度が、トレッドミルのX方向の動きによって示されるX方向について1／2メートル／秒であれば、使用者は、仮想世界においてマイナスのX方向に1／2メートル／秒で通過する目的物を見ることとなる。

組合されたODT／VRシステムの変更には、プラットフォームを傾けて上り勾配の運行をシミュレートできること、及び、一人の使用者が他の者と一つの仮想世界を共有するネットワーク化されたVR体験ができることが含まれる。

ODT／VRシステムの更に追加される変更には、感知システムと刺激システムを統合することが含まれる。追加的な感知の例は、完全若しくは部分的な人体表面マッピング、ビデオ取得若しくはそれらの組合せであって、使用者の仮想的な像として操作され転送されるものを任意に含む。従って、仮想空間内で同伴する歩行者は、使用者の実時間複写像を見ることとなろう。



単に特定の附属物ではなく、使用者の全身体へ力学的なフィードバックを加えると、仮想環境内への没入と現実感を更に増強することができるであろう。降下方向の主な目的も同様である。

力学的なフィードバックのないトレッドミル上の使用者は、実質的な仕事をしない。仕事の基本的な定義は、力に距離を乗じたものに等しいが、外部から与えられる力がない場合、使用者は、仕事を行うことはできない。使用者が行えることは、足を上げたり置いたりすることと、腕の位置及び体の動きを介してバランスを概ね維持することだけである。

典型的には、使用者の重心に若しくはその近傍において外力を適用することによって、システムは、使用者が仕事をすることを可能にする。使用者へ与えられる力は、トレッドミル上の足の力と平均して等しく且反対向きの力に匹敵する。もしトレッドミルの表面が移動すると、使用者は、基本的な方程式に従った仕事、即ち、各々の足に与えられる力に、その力が与えられている際に進行した距離を乗じたものに等しい仕事をさせられる。その仕事が為される速さは、能動表面の速度によって決定され、使用者によって行使される動力に等しい。

図1を参照して、使用者3は、ODTの能動表面2上を歩いており、中央に配置されたカフ10を介して力学的フィードバックシステムへ接続されている。カフは、支持柱

12へ取り付けられており、ここで、支持柱12は、選択された高さにおいて、進行の直線方向に概ね反対の方向に適当な量の力を与えるよう形成できるようになっている。概ね等しく反対方向の力がトレッドミルの表面上の使用者によって生成され、その力は、トレッドミルの表面の速度の方向と同一の直線方向に沿って生ずる。速度Vにおける動きの方向に沿って出される力は、使用者が力を発することを要求するのである。

上記の如き外部から与えられた力は、直接的に能動表面を傾斜させることと組合せて上り勾配を進行する錯覚を助長することができる。更に、与えられた力の角度は、種々の負荷状態をシミュレートするために変更されて良い。

図2は、単一のモーターの制御についてのブロック図である。このモーター及

びそれに関連された制御ループは、能動表面若しくは支持カフ追跡器のいずれかのX若しくはY方向の制御を行う。

図2を参照して、能動表面の単一の軸について、制御信号は、表面の中心においてゼロに設定される。もし位置信号が中心からずれると、加算接合部が、その誤差（ずれ）に比例した誤差信号を生成する。PID（比例－積分－差動）コントローラは、移動制御の分野の当業者にとって良く知られ、良く特徴が理解されるものであり、時間に亘って誤差信号を解釈するよう調節され、一つの軸に沿ってモーターの速度を制御する信号を出力する。モーター速度と

それに関連する方向は、VRシステムによって、一つの速度及び一つの方向として解釈され、これにより、使用者へ示される像が更新される。また、モーター速度は、能動表面が誤差を低減する方向に駆動されるようにする。プラントは、システムの構成要素を示しており、これには、使用者が含まれており、位置信号の生成を行うよう作用する。この場合、プラントは、中心へ向かって戻される状態の能動表面と、能動表面の動きによって中心へ戻るよう駆動される使用者と、ゼロ参照位置に対する使用者の絶対的な位置を感知し加算接合部によって分析される位置信号を生成する位置トランスデューサとを含む。

支持カフ追跡モーターの制御は、同様の態様で生ずる。図2を参照して、制御信号は、支持柱がその能動軸に対して鉛直であるときに、ゼロに設定される。もし位置信号がゼロ以外の角度を示すと、角度の誤差に比例した誤差信号が生成される。PIDコントローラは、対象とする軸を制御して特定の速度で回転するモーターについての信号を出力する。モーター速度は、誤差をゼロに低減する方向にプラントの機構を駆動し、次のサイクルが再び始められる。図1の装置において、位置信号は、対象とする軸に関連する回転ポテンシオメーター17によって生成されることとなる。

図3において、カフ支持体の別の実施例が示されている。使用者101は、図1に示されている形式のカフ10では

なく、ハーネス102を装着した状態で示されている。この場合において、ハー

ネスは、固い水平部材104へヒンジ103を介して柔軟に接続されている。前記の部材は、垂直部材105へ蝶番により接続されており、垂直部材は、回転する取付けリング106へ蝶番により接続される。リング106は、基台107内に回転可能に保持されている。断面図において、取付けリングは、軸受けリング110によって支持された二重軸受けレース109上に着座するギヤリング108へ固定されている。ギヤリングは、軸受けレース溝によって横方向の動きが制限されており、ローラー接触部111によって上方向について拘束されている。リング106は、スプールギヤ112とのギヤ接触によってその中心周りに駆動される。スプールギヤは、ギヤ減衰手段114を介して駆動モーター113によって駆動される。

カフ115内のヒンジ103にあるシア（剪断）センサが、図2の誤差信号と同様の信号を生成する。モーター113は、シアセンサの出力がゼロへ向かう方向にリングを駆動する。この態様において、カフと支持柱とは、使用者の位置を追跡し、HMD及び音システムへの配線接続と共に使用者の支持及びバランスをとることの補助を提供する。全ての他の点については、ODTの能動表面116は、図1のものと同様に振舞う。簡単のため、図3においては、位置センサ、モータードライバ及びコンピュータは省略さ

れている。

水平部材104のヒンジ支持部117及び鉛直部材のヒンジ支持部118を能動的な部材とし、それらが能動的に制動されるようにすることによって、更に良い支持を使用者に提供することができる。能動的な制動作用により、使用者の移動する速度が感知され、その移動速度に比例して制動の程度が増大されることとなる。この方法において、もし使用者がバランスを崩したり、失った場合、速度が素早く変化し、ヒンジにおける制動作用が更に増大され、バランスを取り戻すのに必要な支持が提供される。

図3の実施例のモーター駆動されない形式のものは、図1及び図3の能動的に追跡をするカフではなく、図4に示されているように、バランスを安定にするためのハンドグリップを採用することとなろう。ハンドグリップ201は、水平部

材202及びヒンジ203を介して鉛直部材204に取付けられる。鉛直部材204は、基台207へ回転可能に取付けられた図3に示されている形式のリング206へヒンジ205を介して取付けられる。リングは、使用者（図示せず）による動力によって使用者の周りを回転するので、モーターは存在しない。使用者は、常に、ハンドグリップ上に少なくとも一つの手を置き、前方若しくは後方へ力を与え、ハンドルに対し、それが能動表面208の周りを動きながら適当な位置に位置決めされるべくトルクを与える。本発明のこの実施例は、構造がより簡略されている。

るが、製作費用を低減し、それが置かれる部屋の天井が高い必要がない。このユニットは、特別な高さ若しくは動力を必要とすることなく、家庭や事務所に快適に装備することができる。図4においては、簡単のため、使用者、位置センサ及びコンピュータは省略されている。

触感相互作用は、受動若しくは動的「相互作用立体」、或いは一般に「触感ディスプレイ」と呼ばれるものを使用することによって達成される。図5a及び5bは、かかる触感ディスプレイが如何に使用者と相互作用をするかを示している。図5aは、実空間における使用者を示している。ここにおいて、前記のように、カフ及び支持柱組立体303に支持された使用者301がODT302上に立っていることが分かる。使用者は、彼がまさに座ろうとしている平坦な水平な表面304に手を伸ばし接触している。表面304は、水平部材305、鉛直部材306及びヒンジ制御モーター307、308、309から成るモーター駆動された支持柱組立体によって制御可能に配置される。この位置決め組立体は、図3aにはじめに示された形式の二次的な装着リング310上に固定的に装着されている。リング310は、図3に示されているモーターと同様の態様によってモーター311によって付勢され位置決めされる。表面304は、リング310の適切な回転及びヒンジモーター307-309の回転によって制御可能に配置することができる。

図5bは、図5aの使用者によって見られる視覚的な現実を示している。図5

b の仮想空間において、使用者401は、いす402として見える図5aの表面を見て物理的に相互作用する。これは、使用者と受動的に相互作用して合成の仮想現実を立体化するので、動的相互作用立体の例である。立体は、使用者の現実の空間及び仮想空間において、その場所を一旦見つけると、固定された状態のままとなる。使用者の仮想的な仕事の範囲内において第二のいす403もその上に座ることができる。もし使用者が第二の低い椅子を選択しようとする場合、彼は、単に振り返ってそのいすまで歩いていくこととなる。図5aのリング310は、相互作用立体304が第二のいすの予想された表面と一致するようにその立体304を回し、使用者は、それに接触し、座ることができる。

動的相互作用立体は、使用者の入力、同じ仮想空間を共有する使用者若しくは仮想環境の完全に外にある操作者からの入力に能動的に応答する点で、上記の受動的なものと異なっている。使用者に応答する動的相互作用立体は、前の例のように、移動するサーフボードの上部を示す水平な表面であってよいであろう。使用者が押すと、外部コンピューターの閉ループ制御の下で表面は本物のサーフボードが提供するのと同様の上下運動及び浮遊運動を提供する。更に完全な動的相互作用立体は、使用者によって感じられるが仮想環境内のもう一つのものによって制御される機械

的な手であってよいであろう。使用者は、その手を握って握手することができ、並行の使用者は、その者の仮想環境内で同一の手を握って握手するので、前記の機械的な手は応答として握り返し握手し返すこととなる。

受動的及び動的相互作用立体は、図3から図5の環状リングの実施例に限られたものではない。それらは、図1の実施例及びそれに関連した変更において単に容易に実行できるというだけである。このような複合的なシステムは、上部装着カフ支持体、受動的及び動的相互作用立体を含むこととなろう。

本発明は、バランスカフを使用することに制限されない。更に大きな表面を有し中心への動きが緩やかなODTは、使用者を支持しそのバランスをとるためのカフは必要とされなくてよい。大きな能動表面を用いれば、使用者のバランスを乱すことを回避するのに十分な程度に復元力を緩やかなものとすることができる

。

相互作用立体は、「触感ディスプレイ」若しくは「ロボエクセル」として文献で参照される。関連した仕事は、トルクのフィードバックを伴う円盤及び軸など相互作用表面を発展させている(グッドの米国特許第5185561号)。ODTの機能に必須なものとして受動的及び動的相互作用の現実性を増大する手段を任意に含むことは、本発明の範囲内に含まれる。

#### 使用

ODTは、単独で

1. 練習装置
  2. 任意方向への動きについての運動分析装置
  3. 任意の横方向の動きについてのトレーニング装置
- として有用である。

ODTは、VRシステムと組合さって、

1. 仮想空間の進行
2. トレーニング
3. テレプレゼンス
4. 娯楽
5. 練習
6. レクリエーション
7. 運動分析
8. 教育
9. 心理学的分析及び治療

として有用である。

#### 詳細な説明

##### 基本的なメカニズム

能動表面は、着座している物を任意の方向へ動かせるようにするために、利用可能な二つの能動ベクトル運動成分、正及び負のXと正及び負のY、を有していなければならない。直線的なトレッドミルは、+/-のXしか有していない。O

D T は、両方とも有している。

O D T は、二つの運動成分を機械的に分離してそれらが

二つの別々のモーターによって付勢され制御されるようにする「ベクトルスラスト駆動」を採用する。ベクトルスラストは、Xの運動成分とYの運動成分とのベクトル和である。

図6に示されているように、O D Tの能動表面501（以下において、ローラーベルトとして参照される）は、複数の同一のローラー部分502から成っている。ローラー部分は、固い軸であってその上自由に回転するローラー504が装着された軸503から構成されている。ローラー504は、軸の端部に固定されたばねクリップ505によって、その横方向の境界内に保持されている。軸の端部は、かぎ留め506に形成されており、これらは、ヒンジ棒507によって共通のヒンジ軸まわりに保持される。個々のかぎ留めの接点は、スペーサ508によって分離され、それらの位置を適切に決定し、横方向に動かないようになっている。各々のローラーは、ローラー部分の運動と直角に動く表面509、好ましくは可撓性ベルトと接触線510に沿って摩擦が生ずるように接しており、接触線510はローラーに選択的な回転運動を生成するよう働く。可撓性ベルトは、固い支持板512によって支持されながら隣接しており、支持板は、使用者の重さの負荷を受け、能動表面が平坦な状態のままになっていることを保証する。

ローラーベルト501のX方向の運動513は、図1のX方向モーター7によって駆動される。可撓性ベルト50

9のY方向の運動514は、Y方向モーター8によって駆動される。

図7は、完全な全方向性運動を達成するための完全な機構を示しており、ヒンジ棒601が、ローラーベルト602がベルトの縁にあるローラー603及び604の周りにおいて曲がれるようになっていることが示されている。六角形ローラーがローラーを+/-Xベクトルの方向605に駆動する。示されているように、ローラーは、ローラーベルトの蝶番式の構成に適合するべく、形状が六角形に成っている。

図7の実施例において、一つの六角形ローラーがモーター606によって付勢され、もう一つは、アイドラ（遊び車）607である。しかしながら、両方のローラーを容易に付勢することができるであろう。平坦な閉ループ駆動ベルト609の上面である直線的に動かされる平面608は、ローラーベルト610の底面に密に接触した状態に置かれ、その動きがローラーベルトの動きに対して直角になるように方向づけられる。それは、その端部において、ローラー611、612によって支持され方向づけられている。好ましい実施例において、一つのローラーのみが、モーター613によって駆動されており、もう一方は、遊びローラーである。

ローラーは、軸受け614若しくはモーター駆動軸615によって支持されている。平坦な可撓性駆動ベルト60

9は、固い支持板616に支持された状態で隣接させられており、支持板616は、その四つの角の各々において支持脚617によって支持されている。支持脚、軸受け及びモーターは、地面として働く固い支持表面618へしっかりと固定されている。

ローラーベルトのみが作動されている場合、ローラーの上面は、+/-X方向の運動を提供する。平坦なベルトのみ作動されている場合、それは、ローラーの底面に対し摩擦しながら接触し、かくして、ローラーは、それらの自由軸周りに回転させられることとなる。従って、もしベルトが-Y方向619へ動いていれば、ローラーの上面は、+Y方向620に動いていることとなる。各々のローラーの上面における接触線は同時に動いているので、接触線の和によって郭定される能動表面621上に着座する質量は、X及びY方向の運動ベクトルの組合せの方向に移動される。この図の能動表面621は、図1、3及び4における能動表面2、116及び208と同一のものであって良い。

ビーズ状（じゅず玉状に構成された）ベルトと平坦なベルトとを同時に動かすことにより、ローラーの表面の接触線は、X方向及びY方向の運動の如何なる組合せについても提供できるよう形成される。例えば、図8において、ローラー部分701が方向702にプラス30.48cm/秒（1ft/秒）で移動し、平



平坦なベルト703がマイナスY方向704にマイナス30.48cm/秒(1ft/

秒)で移動していることが見られる。自由に回転するローラーは、接触線705においてベルトの-Y方向の運動を+Y方向の運動に変換する。組合されたスラストベクトル706は、二つのベクトルの運動のベクトル和、即ち、第一象限内において45度の角度方向に43.1cm/秒(1.414ft/秒)に等しい。

より良い安定のために、平坦なベルトの下側は、滑らかな平坦の固い表面707によって支持されている。平坦なベルト703と支持表面707との間の接触領域表面は、好ましくは、テフロンなどの滑りやすい物質で被覆することによって摩擦が低減される。

ベルトのたるみ若しくは緩みの如何なるものも取り除けるように、緊張機構が、X方向における二つのローラーのうちの一つにおいて及びY方向におけるローラーのうちの一つ、好ましくは遊びローラーに有利に採用される。

ローラーは、任意に小さく若しくは任意に大きくて良い。しかしながら、ローラーの寸法については組立の容易さなどの要因によって、感じ得る限界が存在する。更に、六角形ローラーの寸法は、ローラーの長さ及びそれによって定められるヒンジ部分によって決定される。明らかに、前記の組立体には、最適なローラーの寸法の範囲が存在する。

六角形状は、ローラーベルト作動手段を表すべく任意に選択されたものである。ローラーは、その寸法及び製作可能性のバランスを最適にするべく、6面から8面の間を有

することが合理的には期待されるが、かならずしもこの形状に制限されない。

#### 別の能動表面機構

ベクトルースリップ原理が、もう一つの形態の別の構成要素についても採用することができる。図9においては、複数の同一のビーズ状部分802から成るODTの能動表面の一つの隅が示されている。ビーズ状部分は、多数のビーズ804が連なった可撓性のケーブル803から成る。ケーブルは、端部と端部が固定

され、閉ループを形成する。ビーズは、スペーサ805によって分離されている。スペーサは、二つの目的で働く。一つには、それらは、均一なビーズ間隔を保証する。二つには、それらは、ケーブルがいずれかの方向に引っ張られている場合にビーズ804に直線的に力を与える。ケーブル803に取付けられたスペーサ805がない場合、ケーブル803は、所望の方向にそれらに力を加えるのではなく、ビーズ804を介して引っ張り抜いてしまうことになるであろう。

ローラー806（一つのみ示されている）は、その部分の端部で戻りループ807を支持し、その方向を定める。隣接する部分は、スペーサ機構805によって互いに固定されている。隣接するビーズ部分とそれらに関連したスペーサの組合せによって、ビーズに均一な表面を形成する。この表面は、ローラーベルトとまさに相似するものである。ローラーベルトシステムに関して、前記のビーズは、一組

のローラーによって+/-X方向に作動され、平坦なベルト808に接触することによって、+/-Y方向に作動される。

ワイヤ上に構成要素を連ねてそれらを一緒に留めるのではなく、ワイヤ及びビーズ組立体と同じ機能を達成する単一の繰返し構造のユニットを製作することも可能である。図10は、そのような繰返しユニットを示している。ビーズ901若しくはローラーは、接続支持柱905と雄端903及び雌端904とを有する軸902上に回転可能に装着される。組立体の雄部分を雌部分へ固定することによって、ビーズは、連なった閉ループの線状体となるよう接続される。ビーズの線状体どうしの接続は、筋かい906の孔を隣接するひも状の雄部分の上に装着することによって形成される。前記の繰返しの構成要素化された構造は、前記のローラーベルトの機能を複製するローラー形式のユニットの構築にも適したものである。

ローラーベルトを構成するビーズ部分の全てを組立てると、組立体は、図9に示されているものと同様に見えることとなろう。ただし、スペーサ805は、別々の接続支持柱として各々のユニットの組立体の一体化された部分905となる。

図11は、更にもう一つの全方向性表面作動手段を明らかにしており、この手段では、輪状体1001が、その周囲に配置された遊びローラー1002と共に用いられている。

遊びローラーユニット1003は、輪状体1001内の適当な受容くぼみに挿入される。各々の遊び軸1004は、輪状体の動力軸1005に対して垂直方向に向けられている。ベクトルスリップ輪状体1001は、動力軸に垂直な線、即ちX軸を通る力のみを伝達することができるという独特の性質を有している。輪状体1001のY軸方向の運動の如何なるものも遊び車1007上を通ることとなる。

図12は、X方向に向けられた輪状体1101およびY方向に向けられた輪状体1102の配列となるように上記のベクトルスリップ輪状体を組み合わせることによって、X及びYの配列を選択的に作動することにより組み合された方向ベクトルが得られることを示す。輪状体1102は、一組のベルト1103によってY方向に作動され、輪状体の底部に接触するもう一つの組のベルト1104によってX方向に作動される。これらのベルトは、輪状体配列のための案内溝及び装着部を有する基台1105によって保持され方向が定められている。輪状体1106は、図11の構造を有する典型的なX方向の輪状体である。それは、軸1107を一对の装着ポスト1107のスナップ溝に嵌合するスナップによって基台上に保持される。すべての輪状体は、同じ態様で基台に保持される。

X輪状体1101は、Y輪状体1102よりも直径が大きいので、接触ベルトは、互いに接触することはない。ビ

ーズ状ベルトの発明のように、X輪状体配列の作動は、+/-X方向の運動を作動するが、その運動は、なんの妨害を受けることなく、Y方向ベクトルスリップ輪状体のアイドラの上を容易に通過する。純粋なY方向の運動も同様にX配列によって妨害されない。着座する質量が適切な数のX及びYローラーに接触している限り、X及びY輪状体を組み合わせることで、X及びYベクトルの組合せを介して能動表面が、任意の方向へ直線的に着座する質量を動かすことができるよ

うなる。

駆動ベルト1103、1104は、ローラー（図示せず）によって駆動される連続的なベルトである。ローラーは、図1から図4及び図7のローラー／モーターの組合せと同様にモーターによって付勢され制御される。

エルゴテック（Ergotech）社は、大きなローラーであってその外側上に形づくられた遊びプリーを採用したものを取合わせたものを製造している。これは、ベクトルスリップ輪状体と同じ分類に入るものである。それらは、箱及びその他平坦な底を有する物品のための受動的な移動装置として使用される。

マーティン・マリエッタは、月面移動車7上にベクトルスリップ駆動を採用している。それらの遊びローラーは、主輪駆動軸に対して45度に向けられている。従って、推力は、常に、主輪駆動軸に対し45度になっている。四つの輪から利用可能な四つのスラストベクトルを適切に組み

合わせることによって、移動車は、任意の平面的な方向に進行することができる。

別々に構築されたユニットの方法の一つの利点は、それらが蝶番式に構成された性質により、能動表面の形態的な制御をより良くできることである。平坦なベルトを可撓性のある変形可能な物質で構成することにより、及び、複数の個別に制御可能な遊びローラーで平坦なベルトの下側を支持することによって、各々の支持点を選択的に上昇したり下降させたりすることができる。平坦なベルトの可撓性のある下側において選択的にアイドラ支持点を上昇したり下降したりすることによって、別々に構築されたユニットを継ぎ合わせるように接続しビーズ状能動表面を形成することによって、能動表面は、制御可能な隆起部及びくぼみ部を持つように変形することができる。隆起部及びくぼみ部は、仮想環境における隆起部及びくぼみ部に適合するように有利に表され、没入する体験の現実感を強調することとなる。

同様の態様において、図11及び図12のベクトルスリップ輪状体は、個々に上昇されたり下降されたりして感触の変化する表面をシミュレートすることができる。ベクトルスリップ輪状体は、一つのベルトとして締結されているので

はなく、別々のユニットであるので、ローラーやビーズの対応する物よりも実質的に上昇及び下降をさせることができる。この実施例においては、ベクトルスリッ

プ輪状体がそれらの支持表面から取り外されることになり得るので、もはや図12に示されている如くベルトを用いてそれらを駆動することができなくなる。各々の輪状体は、別々の駆動手段で個々に作動されなければならない。更に複雑にはなるが、この構成は、前記のシステムの中で、ODTの利点を保持しながら、階段を上るなどの複雑な動作のシミュレーションを可能にする唯一のものである。

図13は、ODTの更にもう一つの実施例を示し、ここでODTは、平坦な回転楕円体1202を包む可動な連続的な能動表面を採用している。能動表面1201は、楕円体の表面にその弾性により保持され、固い楕円体と移動する表面との間の接触領域1203は、比較的摩擦が少なくなっている。楕円体の周りを能動表面1201が摺動することによって、楕円体の上部の平坦な部分1204は、前記の図の能動表面と同様の機能を果たすこととなる。

図14は、完全に装備された状態の図13の回転楕円体の断面図である。ODT1301は、固い楕円体1303を伸展可能に囲繞する能動表面1302（比較的摩擦の少ない層1304によって分離されている）を示している。ハウジング1305は、基本的に回転楕円体形状の上部1306及び底部1307の輪郭を実質的に保持する受動的なキャスターを装着し、組立体の運動を維持するべく上方へわずかに突出を提供することによって、能動表面及び楕円体を保持する。

能動表面は、操舵可能なローラー1308と摩擦がある状態で接触することによって制御可能に作動される。ローラー1308は、二つの軸周りに操舵可能である。軸1（1309）は、モーター1310によってローラー自体周りに付勢され、かくして摩擦接触によって能動表面の底側を駆動する。モーター1312によって駆動される軸2（1311）は、ローラーが全周に亘ってそのスラストベクトルを向けられるようにローラーの操舵可能性を提供する。ローラーによっ

て提供されるスラストベクトルは、能動表面が楕円体の周りを摺動するようにさせる。示されているように、ローラーが実質的に+ X方向1313に下側表面で推力を提供した状態では、上側表面は、- X方向1314に応答する。

図15は、能動表面1401の小さい領域の一つの可能な実施例を詳細に説明する。固い平板のパターンは、サッカーボールの表面のように六角形1402及び五角形1403の配列を形成するように配置される。平板の角1404は、弾性的に一緒に保持され、表面が楕円体を移動する際に適切に拡張し収縮することができるようになっている。各々の平板の下側は、平板の固い物質に押し込められたキャスター1405を配置することによって適当に支持されている。キャスター1405は、適切な機能のために要求されるように、平板と楕円体との間の接触の摩擦が低くなるようにできる。

図14の付勢されたローラー1308の実施例における改良は、ローラー機能を差動歯車ユニットによって作動される二つのローラーに分けることである。そして、それは、上記に明らかにしたように、二つのモーターによって付勢されることになるが、自動車において、差動歯車によって、向きをかえる車の駆動輪がそれらの速度で回転できると同じように、操舵中において、回転摩擦を最小にする利点を得られる。

図15の表面の構成は、例示的なものであり、平坦な回転楕円体を含む可撓性のある低摩擦の能動表面の機能を満たす表面の構成の類のうちの一つを示したにすぎない。

#### 進展したシステムの構成

基本的なシステムの構成は、バランスの補助のため及び任意的に使用者の向きを追跡するための支持カフを含んでいるが、使用者に完全に適合し使用者を支持する潜在的な可能性をも有している。十分に支持するカフ及びハーネスへ接続された強化され十分に作動される支持柱により、使用者は、能動表面から上昇せられ、且、機械的に制限された運動の覆いの境界内において動くことができる。この形式のシステムは、使用者が能動表面を進行している状態と、自由に体を飛行させる状態との移行ができるようになっている。

同様の態様において、能動表面及び関連する機構は、全体として、能動表面の直線的な及び角度方向の運動の種々

の組合せを許す運動プラットフォーム上に装着することができる。傾いた表面は、仮想空間内で使用者が仮想的な丘を歩くときに遭遇するような傾斜した表面をシミュレートするために有用である。角度方向と共に、上下に動く表面は、船のデッキ若しくは飛行機の機内通路をシミュレートすることができる。

図16は、図4の簡単化されたODT1501を6自由度の6脚運動プラットフォームと組み合わせたものを示している。ODTの基台1503は、六脚を含む六つの線形アクチュエータ1504のための取付部として働く。前記のシリンダの制御は、完全な6自由度運動を提供し、前記の6脚構造の制御は、運動制御の分野の当業者において良く知られたことである。シリンダは、ボールジョイント1505によって地面に付けられ、ボールジョイントによって基台1503に付けられる。前記シリンダは、典型的には、流体圧式、気圧式若しくはボールねじ式機構によって作動される。6脚及びODTのための動力及び制御手段は、図において省略されているが、動力調整手段、位置感知手段、制御コンピュータ及び図2に記載した形式の制御ループを含んでいることは理解されることである。また、6脚に取付けられたODTは、容易に、図1、3、5、9、10、12、13若しくは14の構成とされて良いことも理解されることである。

バーチャルスペースデバイス (Virtual Space Devices) 社によって発展された球状運動環境の如き閉じたシミュレータとODTとを組み合わせると、3から6自由度の動きをODTの能動表面に適用するだけでなく、歩行することや、自由に体を飛行させること、若しくは乗物のシミュレーションの間を移行することもできるようになる。

ODTは、没入するシステムのために主要なインターフェース装置を必要としない。そのようなものは、例えば、乗物シミュレーターに提供されているであろう。6脚運動プラットフォーム上に装着されたジープなどの乗物の標準的なシミュレーターは、ODTに隣接して配置することができる。使用者が乗物シミュレー

タから現れる場合、ODTは、仮想的な地面に置かれ、従って、使用者は、乗物輸送と地面での運動との間をスムーズに移行することを体験することとなる。

ここで明らかにされている能動表面の独特な全方向性の特徴は、更にもう一つの態様においても採用することができる。触感的表示装置として、能動表面は、使用者が手をその表面に沿って動かすと使用者に対して摩擦の感覚を伝えることができる。図17は、能動表面の触感ディスプレイ1601についての実施例を表している。使用者の手1602が仮想的な目的物に接触するよう届くと、使用者の手のひらの直径よりもわずかに大きい能動表面1603は、使用者が表面が存在すると期待するところにロボット機構

1604によって配置される。使用者がその手を表面に沿って一つのベクトルの方向1605に動かすと、触感ディスプレイは、手の動き1606を反映し、能動表面は、手の動きの逆方向にその表面を動かすことによって大きさが等しく反対方向の逆ベクトル1607を生成する。使用者は、結果的に、手が移動する表面上でこすられる際に仮想的な立体の表面の摩擦を感じるようになる。能動表面の全方向性の性質により、手は、任意の経路をたどることができる。

作動手段の背後の支持表面が平坦な表面としての方が容易に製作することができること、及び、能動的な手段が相互に連結されるという性質が表面上の形態の形成を妨げる傾向があるという二つの理由から、能動表面は、その基本的な形態において、平坦である。平坦な表面は、平坦な仮想的な立体をシミュレートするためには効果的であるが、曲がった立体については、概ね真似るということしかできない。しかしながら、曲がり具合が緩やかなものは、薄い可撓性の支持表面の背後に圧縮された空気を入れることで得られる曲がりによって達成できる。曲がりの量は、仮想立体との使用者の接触点における平均の曲がりによって一致するように制御することができる。

HMD（頭部装着装置）、グローブ、ボディースーツなどを含む好ましい実施例の説明は、その他の適用可能なシステム構成を排除するものではない。ODTを有利に採用する



ことのできる多くの追加的なディスプレイ附属物が存在する。例えば、マイロン・クルーガー (Myron Krueger) の独自の表示方法は、使用者を圍繞する大きなディスプレイスクリーンを採用している。球状ディスプレイ表面は、IMAXシアター若しくはエバンス&サザーランド (Evans & Sutherland) 社のような種々の会社によって多年に亘って採用されている。より最近では、エバンス&サザーランド社は、実質的に使用者を圍繞しほとんど完全な球状の視覚用表面を提供する球状視覚用構造を明らかにした。投影された像は、使用者の視角円錐を追跡し、適切な光景を表示する。人間境界技術研究所 (Human Interface Technology Lab) で発展した進んだ表示方法は、弱いレーザービームを用いて目の網膜上に直接に光を当てる。これらの表示システム及び関連するインターフェースの如何なるものもODTの使用によって利益を受けることができる。

#### テレプレゼンス

VRシステムの議論は、テレプレゼンスのことを述べることなく完了しないであろう。VRシステムは、実質的に使用者の感覚的体験を合成するものであり、テレプレゼンス・システムは、それらの感覚的情報を現実の遠隔的な源から抽出し、それを使用者へ伝えるものである。最も簡単な例では、一対のビデオカメラが、一自由度のプラットフォーム、即ちその動きが使用者の頭部に従属するものに装着

されたものとなるであろう。使用者の頭部上のHMDは、一対のカメラからステレオ像を受け取り、かくして、二つのカメラではなく、使用者の頭部がプラットフォーム上に着座するという仮想的な錯覚を生成する。システムは、音をも含む形式のものであり、テレプレゼンスリサーチ社から商業的に入手可能である。

ODTに関して、使用者の歩行運動を遠隔の感知装置の横方向の動きに結びつけることは実現可能である。自然な歩行及び回転運動を遠隔の装置を操縦し案内することに使用すれば、ジョイスティックなどの操縦装置に制限することなく、その他の仕事を実行するために両方の手を解放するという利点が得られる。テレプレゼンスによる遠隔操作を使用者と結びつけることには、ODTのほかにビデ

オ、ビデオと音の結合体が含まれることになるであろう。その他のシステム構成には、操作者が遠隔地において操作の仕事を実行するために用いる一つ若しくは二つの手動アクチュエータが含まれる。

図18a及び18bは、一つの場所にある使用者、図18a、が、遠隔の場所、図18b、にある遠隔の物を制御するシステムを示している。ODTとテレプレゼンスとが結合したこの進んだ形態は、上記のシステムの他に遠隔物の物理的な方向を伝える手段を採用している。このことは、バランスカフ1701を用いて使用者1702を遠隔物1704の方向1703に向くようにすることによって達成

される。次いで、使用者によるカフ上のフィードバックは、遠隔物を使用者の方向に向けさせる。方向についての相互作用を二足の遠隔物及び遠隔物の脚を使用者の脚に関連させる外骨格的構造1705とに組み合わせることによって、遠隔物が直立モード及び歩行モードにおいて、自身のバランスをとることが可能となる。使用者が遠隔物の電子的な目を用いて進行する際に自然にバランスを取れるようにして、使用者がODTの能動表面1706上に直立しているので、前記の構造を組合せて遠隔物が進行できるにすることは可能である。

図19は、連続的な若しくは無限ベルト1801上に全方向性表面を生成するための全方向性トレッドミルのトラック組立体の更なる変更であり、1800で概ね示されている。ベルト1801は、モーター1804及び1805によって付勢される駆動ローラー1802及び1803の周りに張られている。モーター1804及び1805の相体的な速度は、ベルト1801の上側に走る部分が張った状態に維持されるように調節することができる。モーター1804及び1805は、矢印1806によって示されているように長手方向の前方及び逆方向にベルト1801を動かすよう動作可能な可逆電気モーターである。ベルト1801を選択的に長手方向の両方の方向に動かすようにローラー1802及び1803を同時に駆動するために、ローラー1802及び1803に駆動可能に接続されたウォ

ームギヤを駆動する単一のモーターを使用することができる。

ベルト1801は、その長さ方向に沿って並べて置かれた複数の独立した横断部材若しくは部分1807を含んでいる。図20に示されているように、各々の部分1807は、円筒部材若しくはローラー1809及び1810の周りに張られた無限横断ベルト1808を有する。ローラー1809及び1810は、回転可能にプラットフォーム1813に装着される。ローラー1809若しくは1810のうちの一方は、ばね機構を介してプラットフォーム1813へ取付けられ、ベルト上に張力を維持するようにすることができる。ローラー1809及び1810は、駆動ローラー1802及び1803の周りに延在する無限鎖若しくはケーブル1811及び1812上に回転可能に装着することができる。テフロンなどの滑りやすい物質で被覆された支持プラットフォーム1813は、ベルト1808の上側を走る部分の下に置かれる。ベルト1808は、プラットフォーム1813上に自由に乗り上げるようになっており、ベルト1801上を歩行する若しくは走行する人を支持する。プラットフォーム1813は、ローラー1809及び1810を回転可能に支持する両端を有し、ローラー間の間隔を維持する。

ベルト1808の下側を走る部分は、複数の輪状組立体1814、1816、及び1817と駆動係合して状態に

おかれる。輪状組立体の詳しい構造の例は、図11に示されている。モーター1818は、ベルト1808を横方向に駆動する全ての輪状組立体を、調節された速度で、選択された両方の方向について同時に回転する。三つの輪状組立体1814、1816及び1817は、ベルト1808に駆動接触した状態で示されている。ベルト1808の下側を走る部分を支持し駆動するために追加的な輪状組立体を用いることができる。輪状組立体1814、1816及び1817は、各々の輪の周りの複数のローラー若しくはスリーブ位置の運動による中心軸周りの横方向の運動を許しながら、輪の中心軸周りに作動することを許すベクトルースリップ輪状体である。これらのローラーは、それらの軸の各々の周りに自由に回転する。ベクトルースリップ輪状体による個々のローラーの支持によって、Y方向に沿ったベルト1808の自由な動きが可能となり、一つ若しくはそれ以上の

ベクトルスリップ輪状体を能動的に付勢し、それらの回転運動をベルト1808の直線的な運動にベルトとの摩擦的な接触を介してうつすことによって、X方向にベルト1808を付勢することが可能となる。各々の輪状組立体1814、1816及び1817の反対には、一对の遊びローラー1820及び1821があり、輪状組立体とベルト1808との間の比較的摩擦のない剪断力の伝達を可能にする。

図21に示されているように、プラットホーム1813

は、ベルト1808の上側を走る部分を支持するための平坦な上面を有する逆U字形状若しくはチャンネル部材である。遊びローラー1821は、プラットホーム1813の下方に延在された側壁にジャーナル軸受の態様で軸受けされている。ベルト1808の底側を走る部分は、ベルト1808がベクトルスラスト輪状体1814、1816及び1817の回転により横方向に移動する間、遊びローラー1821に支持される。隣接するプラットホームは、ヒンジ1822及び1823で確実に接続され、ベルト組立体1801が駆動ローラー1802及び1803の周りを移動できるようになっている。

ベルト1808は、ベルト1801の動きの方向に対して横方向に若しくは垂直に動く。ベルト1801及び1808が同時に運動すると、能動表面若しくはベルト1801の上部は、図19に1819で示されているように、個々のX及びYの方向の運動のベクトル和を介して任意の方向に運動を提供することができる。全方向性トレッドミル1800の利点は、部品数が最小であり、ローラーベルトのトレッドミルよりも軽いということを含む。トレッドミルは、経済的に製作され、適当な期間で組み立てられる。全ての二次元方向に効果的に移動可能な大きな能動表面を提供する作動において、耐久性があり、信用性がある。

図22から図24において、全方向性トレッドミル機構のもう一つの実施例が1900と付されて示されている。

第一のベルト1901は、回転可能にU字形状の架台1903上に装着された複数のローラー1902を有している。架台1903は長手方向のピボット部材若

しくはピンで接続され、複数のローラー1902を有する無限ベルトとなる。図22に示されているように、隣接するローラー1902は、互いに部分的に重なっている。ベルト1901は、枠上に軸受けされた長手方向の駆動ローラー上に張られた支持無限ベルト上に装着されている。少なくとも一つの駆動ローラーへ接続されたモーターは、支持ベルト及びベルト1901を横方向に移動するよう作動する。各々のローラー1902は、図24において示されている周縁歯1904を有する。歯1904は、ローラーの周縁状に延在する。架台1903は、使用者の動きに応答する制御にตอบสนองして横方向に付勢される無限支持ベルトへ取付けられる。

第二のベルト1906は、複数の長手方向に向けられたローラー1907を有する。各々のローラー1907は、長手方向の棒1908上に回転可能に装着されている。各々の棒1908の両端は、横方向棒1909及び1910周りに回転される。このことから、ローラー1907は、横方向の列に互いに揃えて置かれている。棒1909及び1910は、ローラー1907の横方向の列を枢着式に接続し、第二の無限ベルト1906を形成する。ベルト1906の両端は、横方向ローラー若しくはドラム上に張られ

ている。少なくとも一つのローラーは、制御装置へ接続されたモーターによって動力駆動される。制御装置は、選択的に第一のベルトの能動表面上の使用者の動きにตอบสนองして、第一及び第二のベルトについてのモーターを作動する。図24に示されているように、ローラー1907は、ローラー1902の歯1904に係合する長手方向の歯1911を有している。第一のベルト1901が横方向の動くとき、ローラー1907が棒1908上を回転させられる。使用において、下側のローラー1902は、上側のローラー1907の下側部分と摩擦接触し、如何なるX運動成分をも無視することによってY方向の運動が伝えられる。上側のローラー1907は、下側若しくは第一のベルト1901からのY方向運動を通すと共にのX方向運動に寄与する。X方向に移動する第二のベルト1906は、X方向においてのみ表面の運動ベクトルに寄与する。架台に乗ったローラー1902を有する第一のベルト1901は、Y方向においてのみ表面の運動ベクトルに

寄与する。二つベルト 1 9 0 1 及び 1 9 0 6 の組合さった運動は、運動ベクトルの完全な円の生成を可能にする。

図 2 3 は、機構の二つの別々のローラー 1 9 0 2 及び 1 9 0 7 の相互作用の詳細な説明を示す。X 方向に速度  $V$  で移動するローラーベルトのローラー 1 9 0 7 は、マイナス Y 方向に速度  $V$  を有する。X 方向の上側ローラーの直線的な運動は、支持をする下側ローラーによって摩擦なしで通

過され、下側のローラーをその軸周りに回転する。同時に下側のローラーは、上側のローラー 1 9 0 7 を能動的に付勢し、上側のローラーは、その軸周りに回転する。

点 1 9 1 2 において、0、0、0 を有する大域的座標系を選択すると、点は、X 方向の直線的な運動と、X 周りの回転運動の組合せである組合された表面ベクトルの組を有することがわかる。ベクトルに関し詳細には、1 9 1 2 の瞬間的な速度  $V$  は、線速度  $V$  と回転方向に移動されることによる逆転された方向の線速度  $V$  とのベクトル和である。

上側ローラーの上部において、X に沿う全接触線は、ベクトル  $V$  を生成する必要なベクトルの組を含んでいる。ローラーベルトの上側表面を含む他の全てのローラーは、このベクトルの組を同様に含んでいる。

各々のローラー 1 9 0 7 の上部における接触線は同時に動くので、接触線の和によって定められる能動表面上に着座する質量は、X 及び Y 運動ベクトルの組合されたベクトルの方向に移動される。

ローラーベルト O D T の構成は、容易に製作することができ、容易に動力化することができ、比較的コンパクトである。

基本的な機構は、能動表面における線接触を可能にし、線は、1.5 cm のオーダーの小さい間隔に置かれており、各々の接触線は、X 及び Y のベクトル成分の両方を含んでいるので、負荷の形式、若しくは負荷の接触表面の性質に

おいてほとんど制限がない。使用者は、歩くだけではなく、這うこともできる。平坦な底のローファーと同様にワッフル状の刻み目のついたデザインの靴底の靴

も用いられる。

トレッドミル機構 1900 は、速度及び方向信号を像生成コンピュータへ送ることによって、VR システムと同期して機能する。コンピュータは、かくして提供された速度ベクトルを用いて、使用者へ見せる像を更新し、従って使用者は、このベクトルを考慮した視覚的な像を見ることとなる。例えば、使用者の速度が、トレッドミルの X 方向の運動によって示されるように、X 方向について  $1/2$  ・メートル／秒である場合、使用者は、仮想世界の中でマイナス X 方向に  $1/2$  ・メートル／秒で過ぎる目的物を見ることとなる。

【図 1】

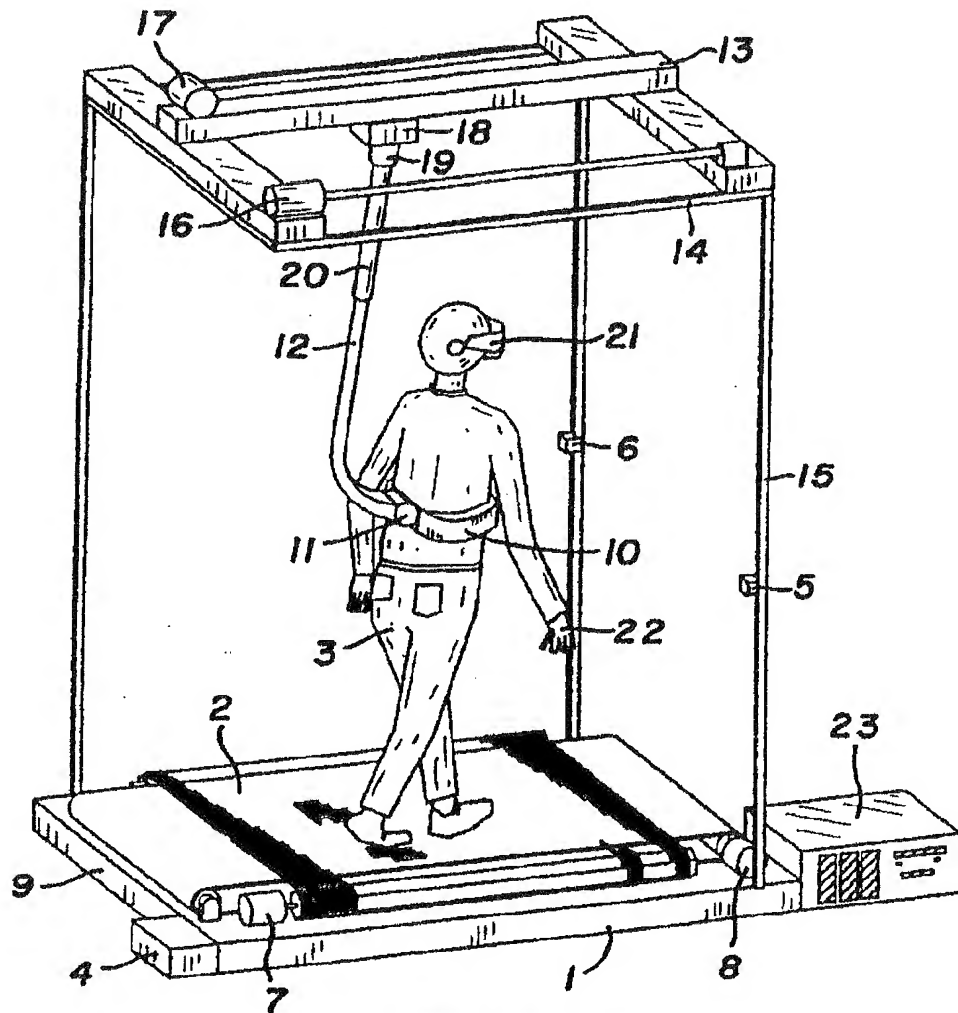
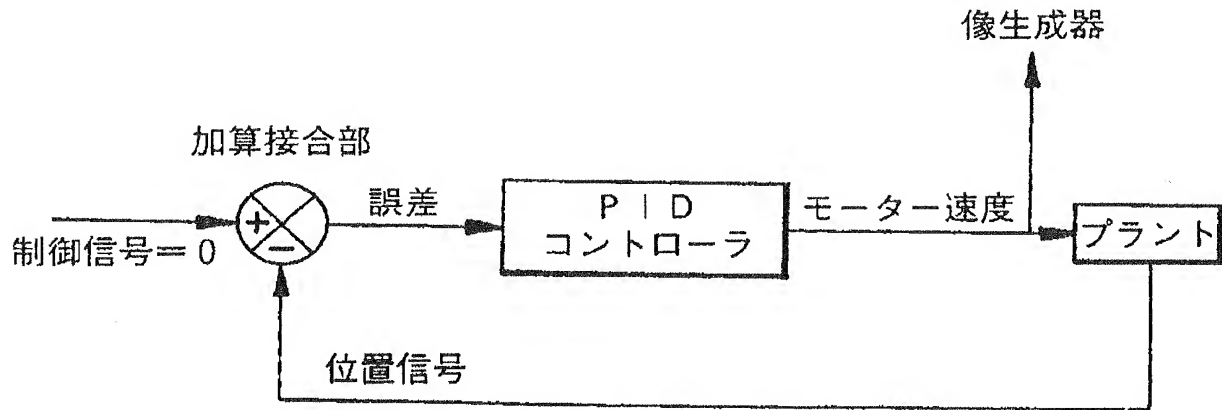


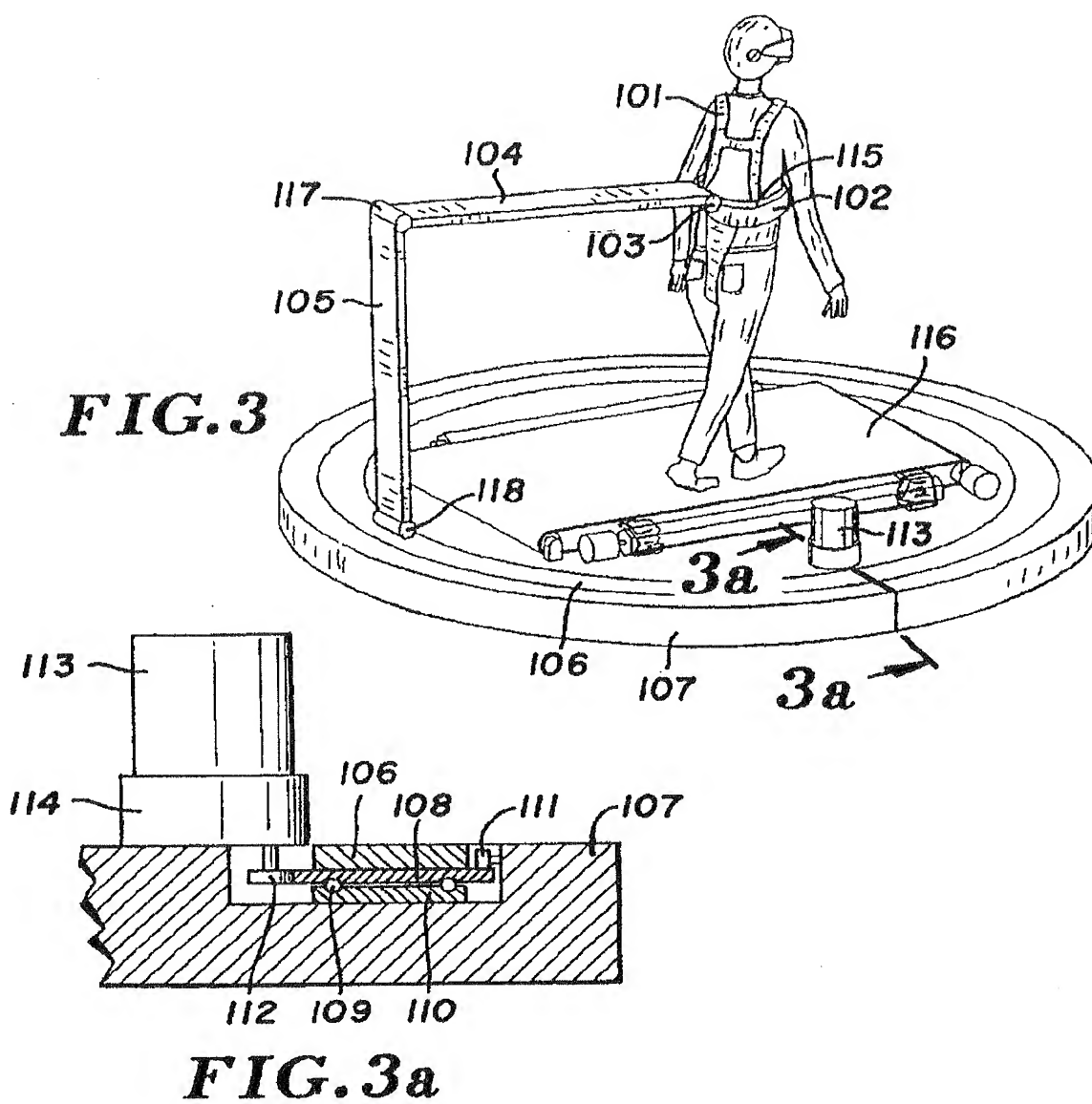
FIG.1

【 図 2 】

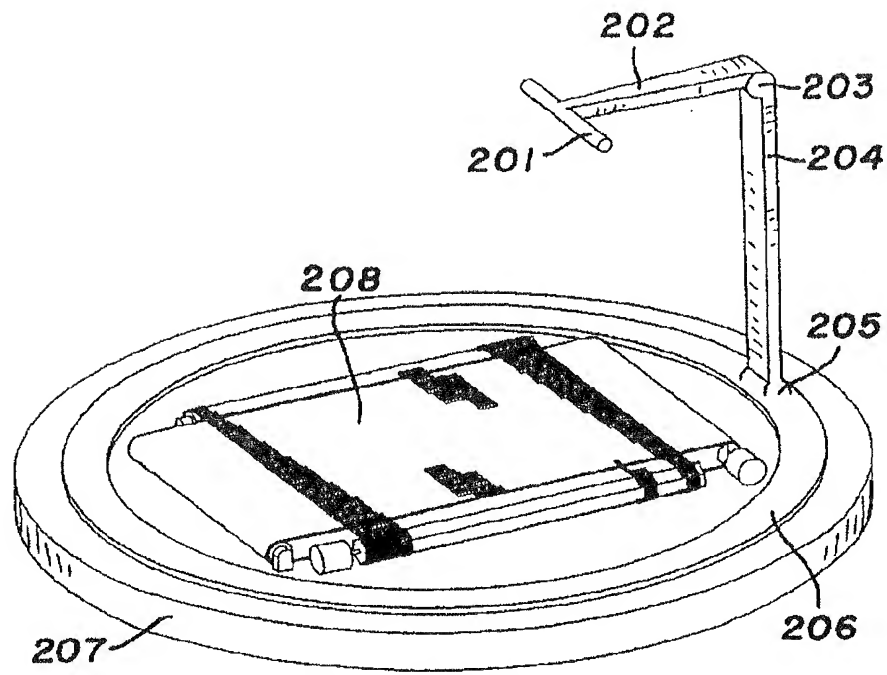
**FIG. 2**



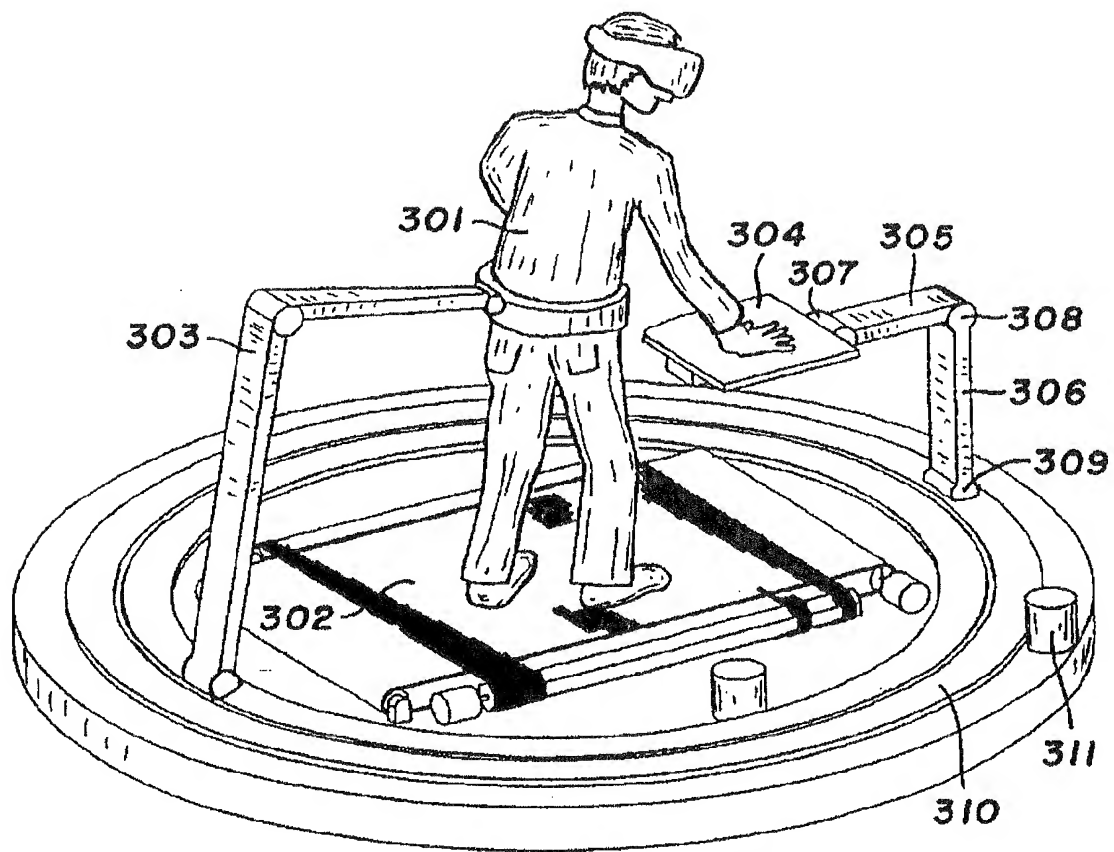
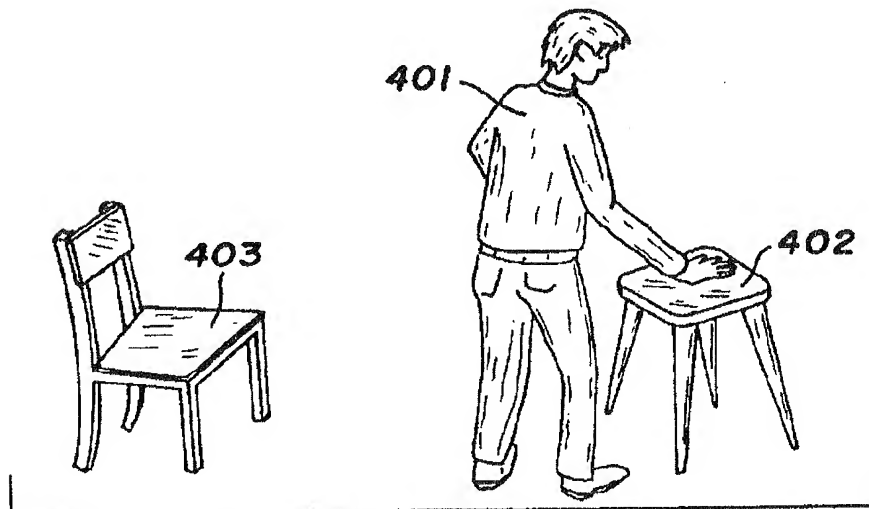
【图 3】



【 図 4 】

**FIG.4**

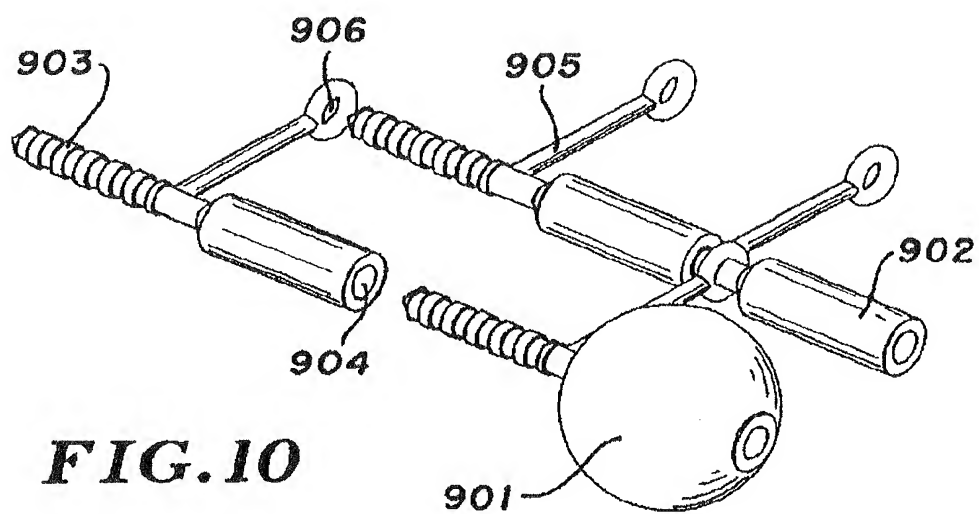
【 図 5 】

**FIG. 5a****FIG. 5b**

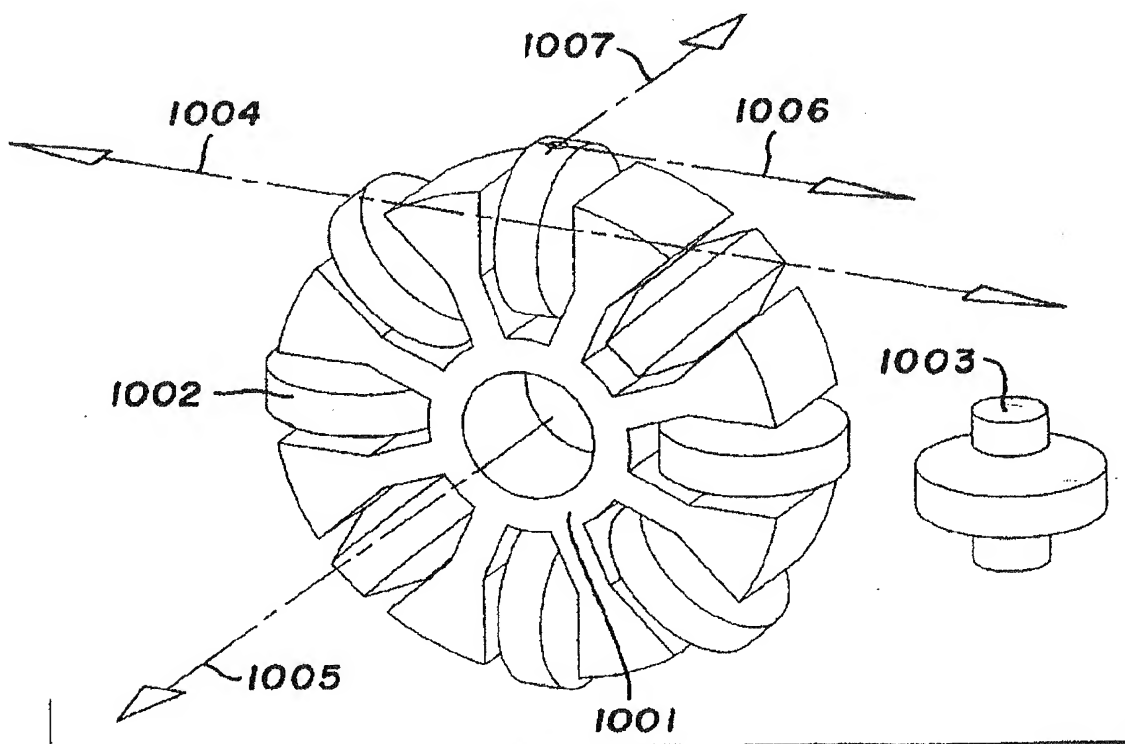




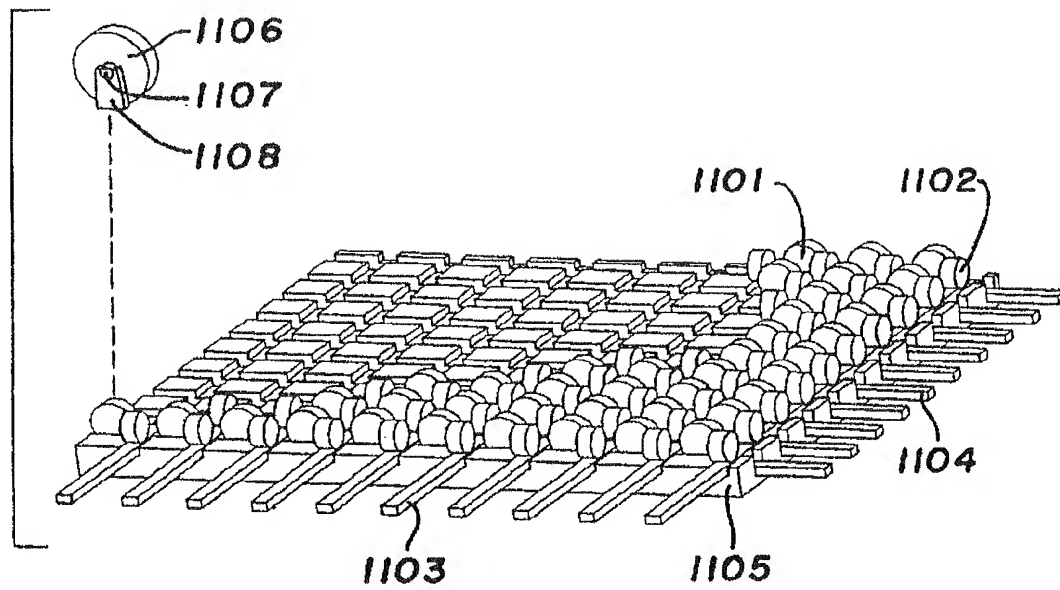
【 図 1 0 】



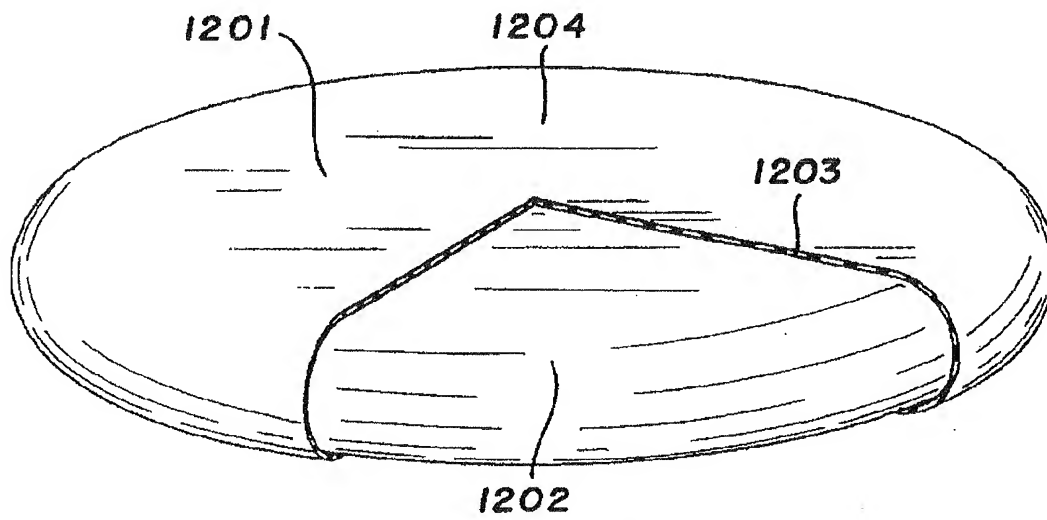
【 図 1 1 】

**FIG. 11**

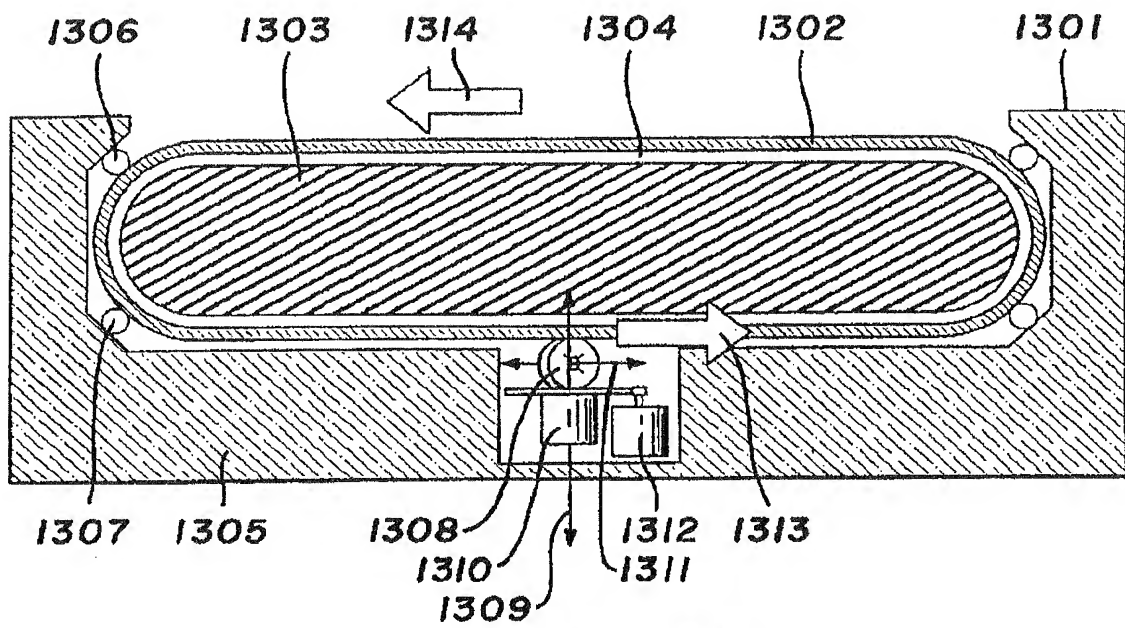
【 図 12 】

**FIG.12**

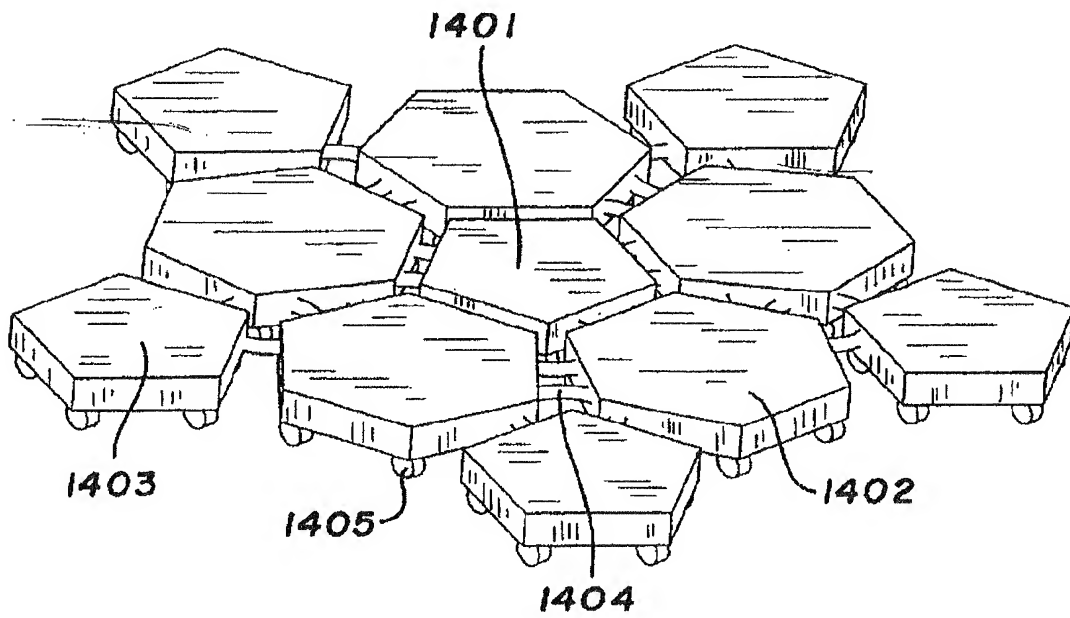
【 図 13 】

**FIG.13**

【 図 1 4 】

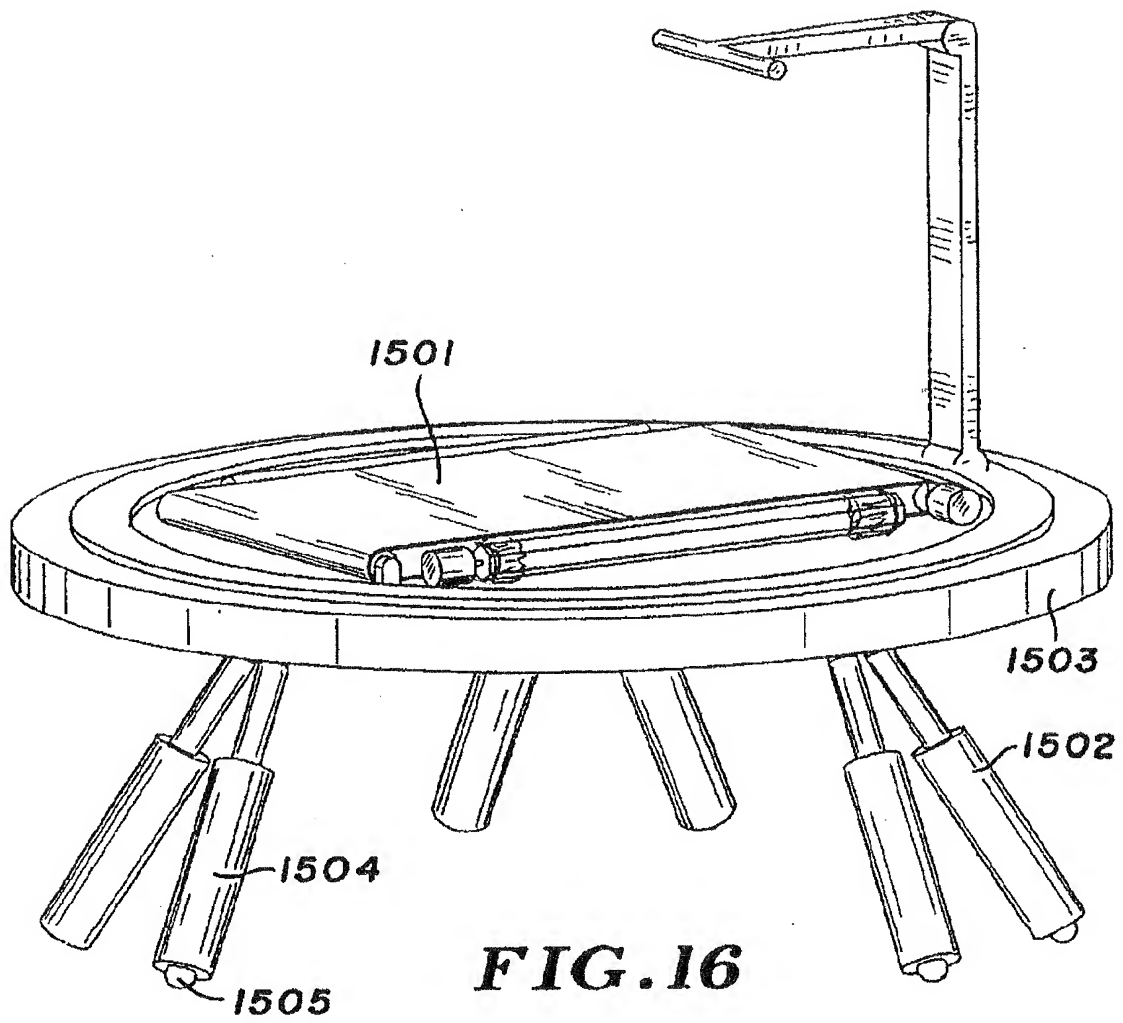
**FIG. 14**

【 図 1 5 】

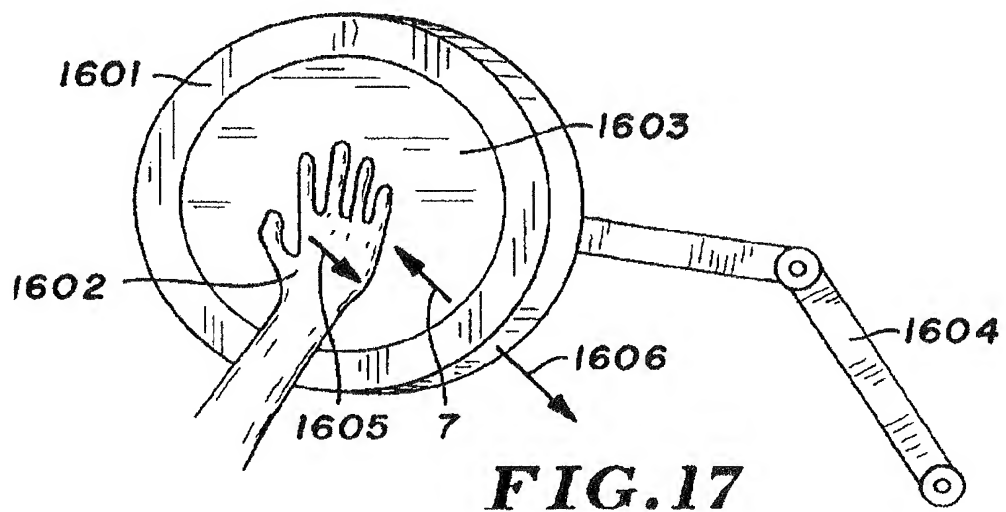
**FIG. 15**



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 18 】

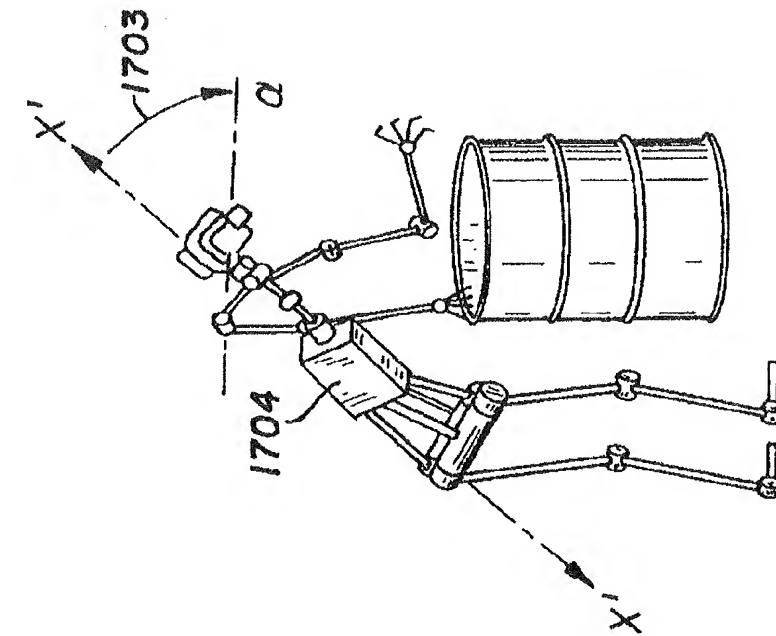


FIG. 18b

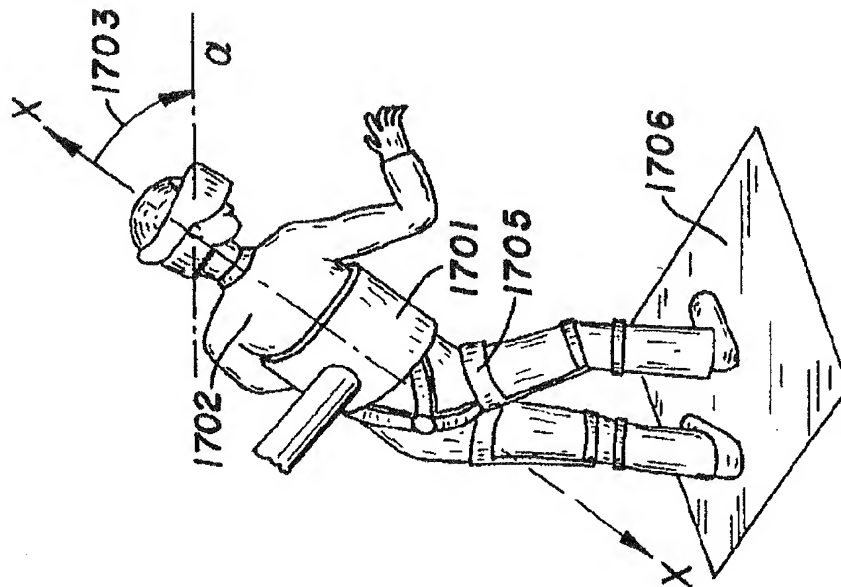
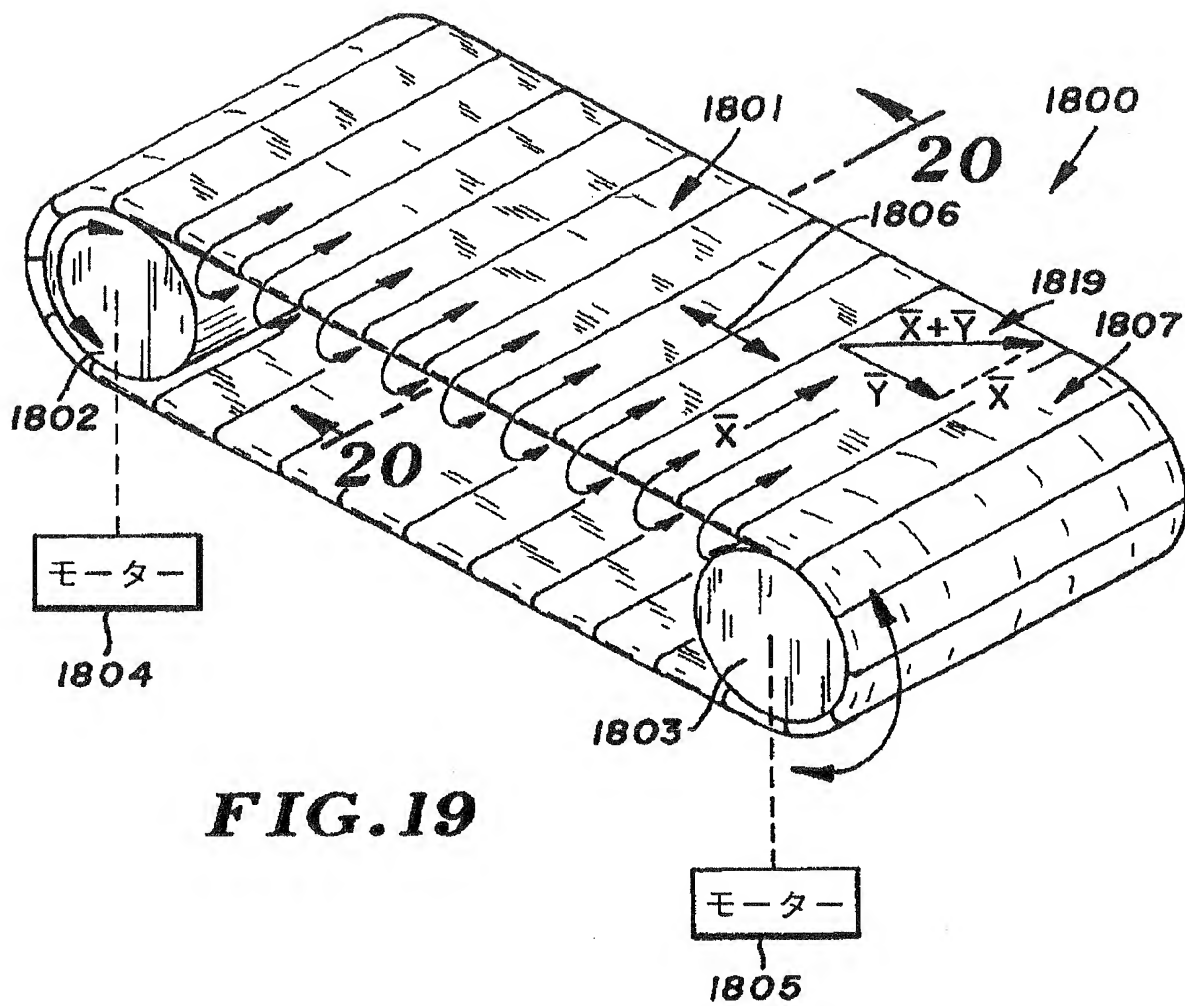
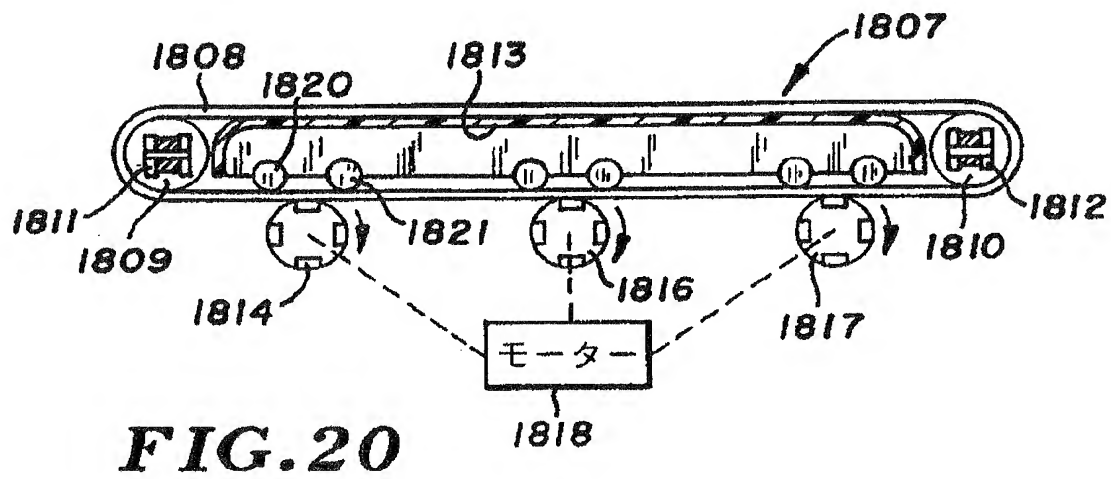


FIG. 18a

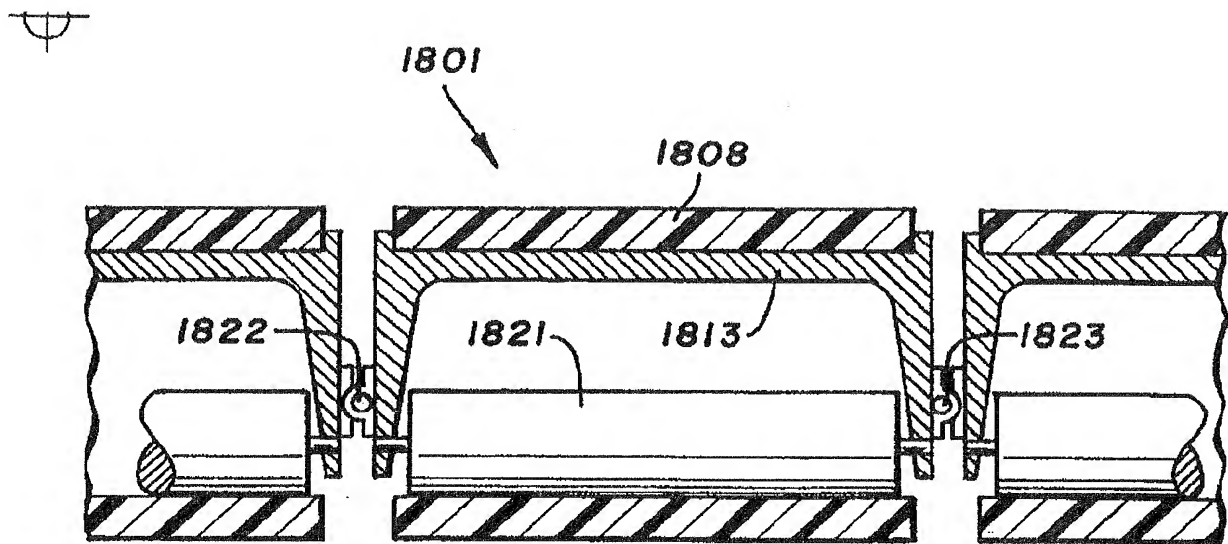
【 図 19 】



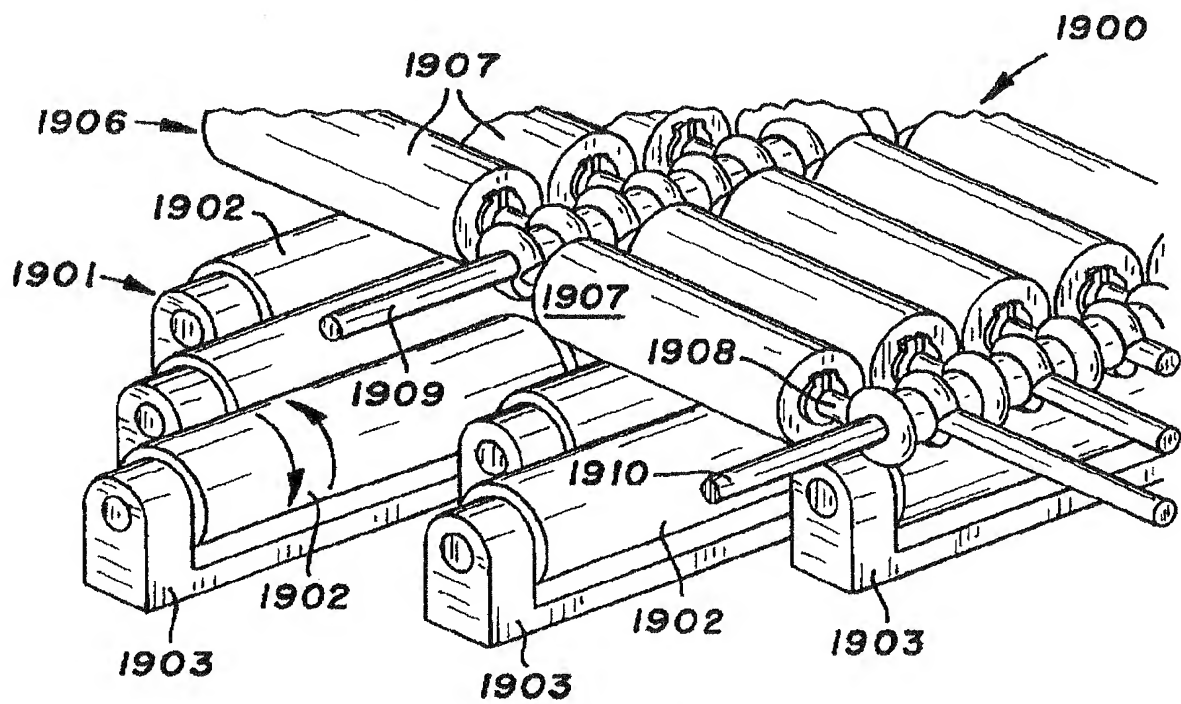
【 図 20 】



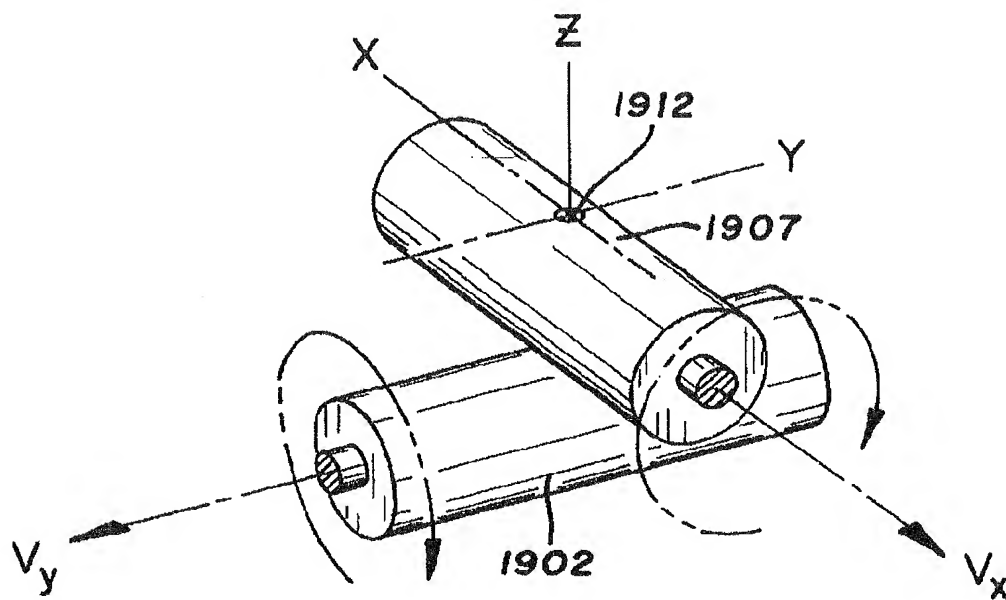
【 図 2 1 】

**FIG. 21**

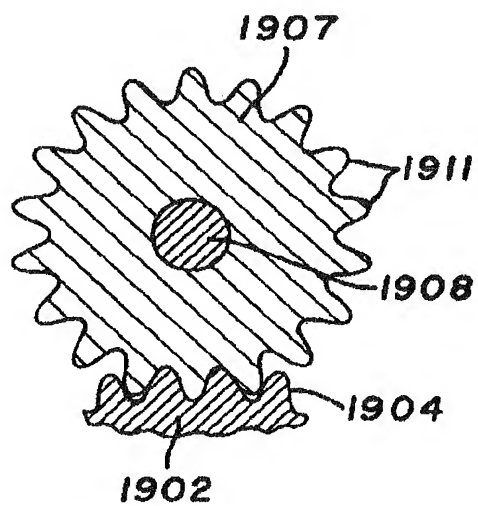
【 図 2 2 】

**FIG. 22**

【 図 2 3 】

**FIG. 23**

【 図 2 4 】

**FIG. 24**

## 【 国 際 調 査 報 告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US96/14016

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>														
IPC(6) : A63B 22/02, 24/00 US CL : 482/4, 54 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>														
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 73/379.01; 198/370.03, 371.01-371.03, 779, 840; 434/247; 482/1-9, 52, 54, 55, 57, 71, 72, 900-903														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>														
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	US 3,451,526 A (FERNANDEZ) 24 June 1969, Figs. 1, 5 and 14-17.	1-20												
A	US 3,550,756 A (KORNYLAK) 29 December 1970, Figs. 4-31.	1-20												
A	US 5,186,270 A (WEST) 16 February 1993, Figs. 10B and 12.	1-20												
A	US 5,238,099 A (SCHROEDER et al) 24 August 1993, Figs. 1-10.	1-20												
A	US DES. 340,342 A (NUMMELIN et al) 12 October 1993, see Fig. 1.	1-20												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"T" Later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document published on or after the international filing date</td> <td>"Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"&amp;" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"T" Later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"E" earlier document published on or after the international filing date	"Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
* Special categories of cited documents:	"T" Later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention													
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone													
"E" earlier document published on or after the international filing date	"Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art													
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family													
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means														
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
Date of the actual completion of the international search 03 DECEMBER 1996		Date of mailing of the international search report 23 DEC 1996												
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3590		Authorized officer <i>Diane L. Smith for</i> JOE H. CHENG Telephone No. (703) 308-2667												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US96/14016

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Please See Extra Sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-20

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US96/14016

**BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION WAS LACKING**

This ISA found multiple inventions as follows:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be searched, the appropriate additional search fees must be paid.

Group I, claims 1-20, drawn to the apparatus for allowing a user to walk or run in any arbitrary direction.

Group II, claims 21-31, drawn to the omnidirectional treadmill for allowing a user to walk or run in any arbitrary direction with the virtual reality means.

Group III, claims 32-42, drawn to the structure of track assembly for allowing a user to walk or run in any arbitrary direction having a plurality side by side endless first belts, sleeve means for accommodating opposite ends of the first belts, means for pivotally connecting adjacent support means to provide an endless second belt, roller means mounted on the frame supporting opposite ends of the second belt, first and second drive means for moving the first and second belt, and control means.

Groups I-III, the inventions in these groups do not relate to a single inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

Invention III is prima facie distinct from the apparatus for allowing a user to walk or run in any arbitrary direction, i.e., the omnidirectional treadmill as claimed in Inventions I and II. This invention is directed to the structure of the track assembly having a plurality of side by side endless first belts, sleeve means for accommodating opposite ends of the first belts, means for pivotally connecting adjacent supports means to provide an endless section belt assembly, roller means supporting opposite ends of the second belt assembly, first drive means for moving the second belt assembly in the longitudinal direction, second drive means for moving the second belt assembly in the transverse direction, and control means.

Inventions I and II are distinct in that Invention II requires the virtual reality means to control the omnidirectional treadmill. Because these inventions are distinct for the reasons given above and have acquired a separate status as shown by their different classification and their recognized divergent subject matter, restriction for examination purpose as indicated is proper.



---

フロントページの続き

(81) 指定国            EP (AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L  
U, MC, NL, PT, SE), OA (BF, BJ, CF  
, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG), AT, AU, BB, BG, BR,  
CA, CH, CU, CZ, DE, DK, ES, FI, G  
B, HU, JP, KP, KR, LK, LU, MG, MN  
, MW, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD,  
SE, SK, UA, US